



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Influencia de la adición de FPP sobre el módulo de rotura
y la resistencia a la compresión del concreto
MR=40kg/cm², Moyobamba 2020”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil

AUTORA:

Novoa Rafael, Malú Arletti (ORCID: 0000-0002-1966-9260)

ASESOR:

Mg. Cornejo Saavedra, Gustavo Ivanovich (ORCID: 0000-0002-7673-5148)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

MOYOBAMBA - PERÚ

2020

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados, también a mi madre, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ella he logrado llegar hasta aquí.

Agradecimiento

A mi madre, por su apoyo absoluto y siempre incentivarme a culminar mi carrera.

A nuestro asesor: Ing. Gustavo Cornejo Saavedra por su orientación y guía en la elaboración del presente trabajo de investigación.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	32
II. MARCO TEÓRICO.....	34
III. METODOLOGÍA.....	41
3.1. Tipo y diseño de investigación	41
3.2. Variables y operacionalización	42
3.3. Población y muestra.....	43
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	44
3.5. Procedimiento	46
3.6. Métodos de análisis de datos´	52
3.7. Aspectos éticos	53
IV. RESULTADOS	53
V. DISCUSIÓN	61
VI. CONCLUSIONES.....	64
VII. RECOMENDACIONES.....	66
REFERENCIAS	67
ANEXOS.....	74

Índice de tablas

Tabla 1 : Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días.	44
Tabla 2: Módulo de rotura a los 7, 14 y 28 días.....	44
Tabla 3: Cantidad mínima de muestra de agregado grueso	46
Tabla 4. Resultados de granulometría de los agregados	53
Tabla 5. Dosificación concreto	54
Tabla 6. Dosificación de proporciones para 3 probetas cilíndricas	54
Tabla 7. Dosificación de proporciones para 3 probetas prismáticas	54
Tabla 8. Resultados cuantitativos de resistencia a compresión.....	55
Tabla 9. Resultados cuantitativos de resistencia a flexión.....	56
Tabla 10. APU de un concreto MR= 40 kg/cm ²	59
Tabla 11. APU de un concreto MR=40 kg/cm ² con adición de FPP al 7%	60

Índice de figuras

Figura 1. Molde para determinar el asentamiento	50
Figura 2. Esquema de un equipo adecuado para el ensayo de flexión	51
Figura 3. Esquemas de los tipos de falla	52
Figura 4. Curva Resistencia vs % de FPP	56
Figura 5. Curva Resistencia vs % FPP	57
Figura 6. Correlación entre el Modulo de rotura y resistencia a la compresión	58

Resumen

La presente investigación se ha realizado con la finalidad hacer un análisis comparativo de un concreto convencional $M_r=40 \text{ kg/cm}^2$, con un concreto adicionado con fibras de polipropileno sustituyendo el agregado fino; y analizar el efecto que produce las fibras de polipropileno sobre las propiedades mecánicas del concreto. Los resultados de los ensayos realizados indican que el concreto con adición al 7% de fibra de polipropileno presenta resultados más favorables, obteniéndose un $M_r=44.05 \text{ kg/cm}^2$ mejorando en un 110.11% a los 28 días de edad, cumpliendo con las expectativas, por lo que se recomienda su uso para mejorar la calidad del concreto, que pueden ser implementadas en nuestra realidad local y que brinden mayor estabilidad y durabilidad. También se realizó un análisis de costos denotando un beneficio económico, debido a que el costo de producción de una losa de pavimento con concreto adicionado de fibra de polipropileno al 7% es s/. 564.71 siendo mucho más económico que uno con concreto convencional cuyo costo es s/. 566.69.

Palabras clave: Fibra de polipropileno, módulo de rotura, correlación.

Abstract

The present investigation has been carried out with the purpose of making a comparative analysis of a conventional concrete $M_r = 40 \text{ kg / cm}^2$, with a concrete added with polypropylene fibers to replace the fine aggregate; and analyze the effect produced by polypropylene fibers on the mechanical properties of concrete. The results of the tests carried out indicate that the concrete with the addition of 7% polypropylene fiber presents more favorable results, obtaining a $M_r = 44.05 \text{ kg / cm}^2$ improving by 110.11% at 28 days of age, meeting expectations, for which is recommended its use to improve the quality of concrete, which can be implemented in our local reality and provide greater stability and durability. A cost analysis was also performed, denoting an economic benefit, since the production cost of a paving slab with added concrete of 7% polypropylene fiber is s /. 564.71 being much cheaper than one with conventional concrete whose cost is s /. 566.69.

Keywords: Polypropylene fiber, modulus of rupture, correlation.

I. INTRODUCCIÓN

El concreto ha sufrido grandes cambios, y sobre todo los materiales que son destinados para su elaboración. Estamos en una constante búsqueda de mejor resistencia a la humedad, estabilidad y sobre todo proteger nuestro medio ambiente, cada vez aumentan las exigencias, por eso es fundamental investigar su comportamiento físico y mecánico para lograr un mejor diseño, calidad y seguridad.

PÉREZ e HIGUERA (2017). Señalo que el cemento es una de las materias primas para la ingeniería civil en el mundo, pero la producción de cemento se considera uno de los procesos más contaminados en nuestro planeta, por lo que la idea de encontrar materiales alternativos que contribuyan a las propiedades mecánicas del concreto en pavimentos rígidos.

ARMAS (2016). El concreto fibro reforzado, en particular en los últimos años ha ganado popularidad la fibra de polipropileno en su uso para el concreto, básicamente para mejorar la resistencia a sufrir agrietamiento que lo origina la contracción plástica, la contracción térmica y el asiento plástico [...] En general, el contenido de aire y el asentamiento del concreto se reducen de manera significativa, sin embargo la temperatura del hormigón y su peso unitario no varían significativamente. Cuanto mayor sea la dosis de fibra, mayor será la inhibición de las grietas causadas por la contracción plástica.

DÍAZ (2018) En su estudio realizado en la ciudad de Tarapoto, se llegó a la conclusión que antes de los cambios en los últimos años a nivel mundial, en que todo se trata de mejorar para alcanzar una óptima calidad, pero también podemos apreciar que los cambios producidos, no solo alimentan el ansia de conocimiento, sino que hay nuevas alternativas de desarrollo que ayudan a ir puliendo detalles para alcanzar el objetivo final.

El problema que se decidió investigar, gira en torno a la necesidad de implementar medidas y acciones que permitan optimizar recursos en la fabricación de concretos.

Por lo mencionado se plantea como problema general: ¿Cómo influye la adición de fibra de polipropileno en el módulo de rotura y la resistencia a la compresión

del concreto $MR=40\text{kg/cm}^2$, Moyobamba 2020? Y como problemas específicos: ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del concreto $MR=40\text{kg/cm}^2$ usado en pavimentos rígidos y de la fibra de polipropileno?, ¿Cuáles serán los resultados del módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto $MR=40\text{kg/cm}^2$ con adición de FPP?, ¿Es posible determinar un diseño de mezclas de un concreto $MR=40\text{kg/cm}^2$ con adición de FPP?, ¿Cuál es el costo de la fabricación de un del concreto $MR=40\text{kg/cm}^2$ con adición de FPP?

La justificación teórica para esta investigación se sustentó en la Norma E0.60 Concreto Armado, las Normas Técnicas Peruanas, los materiales que fueron empleados para la mezcla de concreto, se rigieron a las especificaciones técnicas de la organización de los Estados Unidos ACI, porque se pretendía dar a conocer un diseño de mezcla de concreto con adición de fibras de polipropileno, se utilizara como requisito previo para otros estudios experimentales para tratar de mejorar el módulo de rotura del pavimento rígido.

La justificación práctica, permitió solucionar los problemas de estabilidad y durabilidad en los pavimentos rígidos presentes en la ciudad de Moyobamba, aportando en los conocimientos sobre el efecto que tiene la FPP sobre las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

Esta investigación fue conveniente desarrollarla porque permitió conocer los valores máximos alcanzados por el módulo de rotura del concreto al adicionar FPP, y así logrando optimizar la dosificación de los materiales para obtener el concreto

Se justificó socialmente, ya que en la zona se puede ver daños severos en las vías de pavimento cuyas patologías como disgregación del material y los molestos hundimientos que afecta el transito normal. Por lo que propusimos una estrategia que ayude al agregar la fibra de polipropileno para mejorar el rendimiento del pavimento rígido, que pueden ser implementadas para el beneficio de la población.

Metodológicamente, esta investigación obtuvo resultados reales y verificables que contribuyen como guía para que se aprenda a diseñar un pavimento rígido con fibras de polipropileno, con el módulo de rotura necesario para un concreto

capaz de resistir esfuerzos a flexión, impuestos por la transitabilidad vehicular en dichos pavimentos.

Siendo así, planteamos como objetivo general: Conocer la influencia de la adición de fibra de polipropileno en el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto $MR=40\text{kg/cm}^2$. Y como objetivos específicos: Determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto $MR=40\text{kg/cm}^2$ con adición de FPP; Conocer los resultados del módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto $MR=40\text{kg/cm}^2$ con adición de FPP; Determinar el diseño de mezcla del concreto $MR=40\text{kg/cm}^2$ con adición de la FPP; Determinar el costo de la fabricación de un m^3 de concreto $MR=40\text{kg/cm}^2$ con adición de FPP.

Por ende se planteó como hipótesis general: La adición de fibra de polipropileno influye significativamente en el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto $MR=40\text{kg/cm}^2$ usado en pavimento rígido. De modo que las hipótesis específicas: La incorporación de la FPP modifica las propiedades físicas y mecánicas del concreto $MR=40\text{kg/cm}^2$. Los resultados del módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto $MR=40\text{kg/cm}^2$ con adición de FPP son superiores a los de un concreto convencional. El diseño de la mezcla del concreto $MR=40\text{kg/cm}^2$ con adición de FPP varía de un diseño de mezclas convencional. El costo de la fabricación de un m^3 de concreto $MR=40\text{kg/cm}^2$ con adición de FPP es rentable en comparación de un concreto convencional.

II. MARCO TEÓRICO

En la investigación se realizó la correlación entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura con la adición de FPP requirieron una amplia información que nos permita llegar a una solución para nuestra zona.

A nivel internacional, WAHEED, Abdul y RAZA, Zishan. En su trabajo titulado: *Comparison and evaluation of the compressive strength of steel fibers, polypropylene fibers and fiber fibers Modified concrete*. (Artículo científico). Revista de IJSRD, 2017. Concluyó que: Como las fibras de PP son hidrofóbicas y también durante el estudio, se observó que no se dispersaron con facilidad al mezclar agua. Encontrando para agregar fibra a la mezcla seca es más práctica.

Por lo tanto, en promedio, para máxima resistencia a la compresión con la macro fibra de monofilamento, la dosis óptima se limitará de 1% a 1.5%, después de aumentar aún más, estas propiedades de resistencia disminuyen.

PILZ, Silvio; OLIVEIRA, Paola; REGOSO, Felipe. (2019). En su artículo científico titulado: *Concreto perverso: estudo da dose e dependência de fibras de polipropileno*. (Artículo científico). Revista Ibracon. Brasil. Concluye que: Estudiar mezclas de concreto permeable para su uso en pisos de concreto permeables moldeados en el sitio, verificando resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, resistencia a la flexión y las propiedades de permeabilidad en mezclas sin la adición de fibras, pero con la adición de grava 0 y arena a la mezcla de referencia que contenía solo grava 1.

MOHOD, Milind. *Performance of Polypropylene Fibre Reinforced Concrete* (Artículo Científico). Revista de Ingeniería Mecánica y Civil, 2015. Concluyeron que: Las fibras de polipropileno (PPF) afecta a la contracción temprana, porque la reduce y a la pérdida de agua de las mezclas de concreto, incluso cuando se usan pequeñas cantidades de componentes de PPF. Según los resultados de este estudio, se descubrió que el uso de fibras en el concreto reduce la trabajabilidad del concreto fresco. La evidencia de baja trabajabilidad se demostró a través de los resultados de la prueba de trabajabilidad obtenida en la prueba estándar de asentamiento. Se llegó a la conclusión de que el aumento del volumen porcentual de fibra añadida al hormigón provocaría una disminución de la trabajabilidad. Las altas dosis de volumen superiores al 1.0% indican que el concreto es muy duro y difícil de compactar. Sin embargo, también afecta la filtración al reducirla y también la segregación en la mezcla de concreto.

A nivel nacional se tiene a GUTIERREZ, Laly. *Concreto hidráulico en construcción y minería*. (Artículo científico). Revista de ingeniería, 2017. Concluye que el concreto tiene una alta durabilidad y la capacidad de absorber el esfuerzo y distribuirlo en el suelo, por lo que es un material esencial para la construcción y minería. El material consiste en una serie de agregados naturales, artificiales o procesados. Las propiedades del hormigón hacen que este material sea utilizable en climas húmedos, estructuras portuarias, excavaciones mineras, sótanos u otros lugares en contacto con agua o lugares con alta humedad.

AGUILAR, Adela; GONZALES, Rocío. *Análisis de evaluación del comportamiento a la fatiga de un pavimento rígido con fibra plástica de polipropileno en el altiplano* (Tesis pregrado) Juliaca, 2017. Concluyo que las pruebas de laboratorio determinaron las propiedades mecánicas de una mezcla de concreto convencional (estándar) con $f'c = 280 \text{ Kg / cm}^2$ durante 28 días, con una resistencia a la flexión promedio de 28 Kg / cm^2 . Después de la prueba de flexión, produce el comportamiento típico de un tipo de muestra típico, ya que no es un material dúctil y, por lo tanto, no disipa energía.

CHAMPI, Carmen y ESPINOZA, Lisbet. *Análisis comparativo de las características mecánicas a compresión, flexión, y costos de materiales de un concreto patrón y otro adicionado con fibra sintética mejorada sikafiber® pe, elaborado con agregado de las canteras Cunyac y Vicho* (Tesis pregrado) 2017. Concluyo $f'c = 246.47 \text{ kg/cm}^2$ de concreto estándar, y al adicionar una dosis de fibra de 300 gr/m^3 , $f'c = 247.73 \text{ kg/cm}^2$ es cercano del OD al concreto estándar, con la dosificación de 600 gr/cm^3 incrementa significativamente porque se obtuvo $f'c = 333.53 \text{ kg/cm}^2$, la dosis de 900 gr/m^3 tiene $f'c = 296.75 \text{ kg/cm}^2$, también hay un aumento sustancial en relación al concreto convencional, el aumento porcentual es 0.5% en dosis de 300 gr/cm^3 , 35.3% en dosis de 600 gr/cm^3 , 20.4% en dosificación de 900 gr/m^3 . A los 28 días de edad la resistencia aumentará de manera proporcional a la dosificación de fibra y teniendo un concreto patrón específico, en dosificación 300 gr/m^3 , 600 gr/m^3 y 900 gr/m^3 , y teniendo módulo de rotura $f'r = 34.41 \text{ kg/cm}^2$, $f'r = 35.78 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 36.11$ y $f'r = 39.52 \text{ kg/cm}^2$.

A nivel regional o local se menciona BAZÁN, Lusbeth y ROJAS, Reynaldo. *Comportamiento mecánico del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido incorporando vidrio reciclado, distrito de Moyobamba, San Martín* (Tesis pregrado). Universidad Cesar Vallejo, 2018. Concluyeron que en la prueba de resistencia de flexión del hormigón a los 28 días, el módulo de ruptura de una viga cargada en dos tercios de la sección transversal del hormigón convencional es 32.5 kg/cm^2 .

El concreto mezclado con 15% de vidrio reciclado, el concreto mezclado con 25% es 34.7 kg/cm^2 y el concreto mezclado adicionado 35% de vidrio se usa para

reemplazar parcialmente la arena gruesa. El concreto es 34.7 kg / cm², para obtener mejores resultados. En el resultado del 15%. La trabajabilidad del concreto se mejora ligeramente gracias a la impermeabilidad que posee el vidrio y que hace que el agua se absorba por otros materiales de hormigón de varias proporciones, pero mantienen la homogeneidad del agua, pero dentro del rango de asentamiento específico.

DÍAZ, Jorge (2018). *Diseño de concreto f'c 140, 175 y 210 kg/cm², adicionando fibra de acero, utilizando agregado de la cantera Naranjillo, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, región San Martín* (Tesis pregrado). Universidad Nacional de San Martín, 2018. Concluyo que la selección de los agregados, para buscar alcanzar la calidad óptima, y se decidió emplear grava de ¾" con tamaño nominal máximo, y arena de la Cantera Naranjillo, del Rio Yuracyacu. Se ha logrado obtener concreto mejorado, alcanzando las resistencias requeridas de 140kg/cm², 175kg/cm² y 210kg/cm², esta con finalidad de optimizar los recursos, alcanzándose resultados alentadores y muy buenos dando como resultado que los parámetros y especificaciones técnicas insertados en el método ACI estén estipulados dentro de los límites y tolerancias admisibles.

CHÁVEZ, Juan P. y PINEDO, Antoni. *Propuesta de diseño de pavimentos y obras de drenaje pluvial en la reconstrucción de los jirones: Miraflores, Huallaga y otros, distrito de Tarapoto, provincia y región de San Martín* (Tesis pregrado) 2018. Concluyo que para este caso la cantidad de ejes equivalentes de diseño es de 4'706,391.82. Para el pavimento rígido diseñado por método AASHTO, se obtienen una sola alternativa para los espesores de las capas. La más viable es la que tiene 20 cm de concreto y 25 cm de sub base lo cual sería recomendable económicamente.

En Teorías relacionadas al tema emplearon diversos conceptos extraídos de tesis, revistas científicas, artículos científicos y otras fuentes bibliográficas.

El concepto básico del "pavimento, estructura multicapa, siendo constituida por la subrasante capaz de resistir y dispersar esfuerzos causados por vehículos y mejorar la comodidad y seguridad del tráfico.

Generalmente consta de las siguientes capas: base, sub base y capa de rodadura". (MTC, 2014) entre los Tipos de pavimentos según el Manual de

Carreteras: “Pavimentos Flexibles, capa de rodadura se compone de materiales de asfalto como aglutinantes, agregados y aditivos (si corresponde).

Los pavimentos rígidos consiste en una capa de base granular, pero puede estabilizarse con cemento, cal, asfalto o una capa laminada de losa de cemento como aglutinante, agregado y aditivos si corresponde. Teniendo la estructura de un pavimento rígido, la capa de rodadura es la parte superior de la acera, hecha de hormigón o adoquines de cemento portland, cuya función es soportar directamente el tráfico. Base, es una capa debajo de la capa de rodadura, y su función principal es mantener, distribuir y transferir cargas causadas por el tránsito. Subbase: Es una capa de material con espesor de diseño, que puede admitir la subbase y la carpeta”.

CUELLAR (2017) sostiene que el concreto “es un material que al solidificarse tiene durabilidad y resistencia, ya que es trabajado en su estado líquido, es decir puede adaptar diversas formas, este material es el más usado en la construcción. Los componentes principales del concreto son los siguientes: Cemento portland, que la Norma E.060 menciona que el cemento portland como producto que se produce de pulverizar clinker portland y con sulfato de calcio. Los tipos de cemento son Tipo I, que es un cemento considerado norma. Generalmente usado en las obras de ingeniería donde la obra no involucra condiciones climáticas severas. Tipo II: Se trata de un cemento de acción moderada a la resistencia de los sulfatos. Tipo III: Tal cemento consta de una resistencia acelerada. Tipo IV: Tipo de cemento de muy bajo calor de hidratación y su resistencia aumenta lentamente. Se emplea frecuentemente en grandes obras, presas y túneles. Tipo V: Cuya característica principal es su resistencia a los sulfatos, de modo que es empleado en estructuras hidráulicas”.

La norma E.060 precisa los agregados como los materiales granulares de origen natural o artificial como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, se utilizan para hacer mortero hidráulico. Y se utiliza en su forma de extracción natural. Los agregados poseen las siguientes características: densidad aparente o peso específico “La densidad aparente y la densidad relativa aparente, refiriéndose al material sólido que lo componen y no incluyendo el espacio de los vacíos en los poros que permite el acceso del agua” (NTP 400.022).

Análisis granulométrico, “determinar cuantitativamente la distribución del tamaño de partícula del suelo, por medio de tamices” (NTP 339.128), el porcentaje de contenido de humedad “es la humedad del suelo expresada en porcentaje del peso de agua que se encuentra en la masa del suelo, al peso de las partículas secas y solidad” (NTP 339.127). La Norma Técnica Peruana 339.127 define a los tipos de agregados como: Agregado fino procedente de la disgregación natural o artificial de la muestra que pasa por el tamiz de 9,5 mm (3/8 pulg.) Y alcanza el valor límite especificado por las NTP 339.127. Agregado grueso, agregado que se retuvo.

Entre las principales propiedades a evaluar del concreto tenemos en concreto fresco, la trabajabilidad es la propiedad que el concreto fresco sea manejable. El método para evaluar su trabajabilidad es asentamiento, dicho ensayo se realiza con el cono de Abrams. Fraguado, es el cambio de consistencia del estado fluido al estado rígido, este proceso es el resultado de la reacción química de hidratación entre el cemento y el agua.

En concreto endurecido se evalúa la resistencia a la compresión, CEMEX PERÚ puede definirlo como la capacidad de soportar la carga por unidad de área y expresarlo en kg/cm² o MPa. Los resultados de la prueba de resistencia realizada por el cilindro elaborado se pueden usar para el control de calidad, la aceptación del hormigón, de modo que se puedan diseñar trabajos de construcción, como eliminar el encofrado o evaluar la conveniencia del curado, proporcionando así protección para la estructura. CARRASQUILLO, 2016 precisa que el módulo de rotura es una medida de la resistencia a la tracción del hormigón [...] mida aplicando una carga a una viga de concreto de 6 x 6 pulgadas. (150 x150 mm) de sección transversal, y la luz tiene al menos tres veces el grosor. La resistencia a la flexión se expresa como el módulo de rotura (MR) en libras por pulgada cuadrada (MPa) y se determina probando ASTM C78 (Carga en dos puntos tercios)

Módulo de Rotura. En la información técnica elaborada por NRMCA se menciona que el módulo de rotura es aproximadamente del 10% al 20% de la resistencia a la compresión, dependiendo del tipo, tamaño y volumen de agregado grueso utilizado. El módulo de rotura determinado por la viga cargada en el punto medio, en algunas ocasiones tanto como en un 15%. Adicionando

otro concepto elemental a conocer son las Fibras “En las últimas décadas, el uso de FPP para predecir propiedades adecuadas antes y después del agrietamiento ha sido ampliamente popular debido a que varios tipos de fibras se han utilizado satisfactoriamente en el concreto desde 1967 debido a sus propiedades físicas y de durabilidad del hormigón han sido mejoradas” (COMITÉ DEL ACI, 2010)

Tipos de fibras, ASTM C 1116 (2000), mencionó que hay varios tipos de fibras en el mercado mundial, las siguientes son: “fibras naturales, pertenecen al mundo natural, de origen animal, vegetal o mineral.

Por ejemplo las fibras de piropropilo, acero, propileno, vidrio, etc. Fibras artificiales, están hechas de elementos naturales, pero se han regenerado a través de ciertos procesos químicos, por lo que ya son más uniformes y resistentes a las rodaduras, al fuego. La fibra sintética es una fibra textil obtenida de diferentes productos derivados del petróleo, es decir esta fibra es completamente química, por la sintonización de su materia prima”

“La fibra de polipropileno (FPP) es un termoplástico, se obtiene por difusión del propileno, la difusión del propileno proviene de la refinación del petróleo. Con un control cuidadoso de la temperatura y la presión, todo esto se desarrolla en presencia de un catalizador” (CHAPOÑAN, 2017)

“Las fibras de polipropileno son resistentes, pero tienen baja resistencia a la tracción y bajo módulo de elasticidad. Tienen características plásticas de tensión-deformación. Se dice que las fibras de polipropileno de hasta 12% en volumen se han utilizado con éxito. Según informes, la fibra de polipropileno puede reducir la contracción ilimitada, contracción plástica y la contracción por secado de concreto de 0.1-0.3% en volumen de contenido de fibra”

(HALWAY, 2017)

Algunas características que lo hacen un complemento ideal para obtener grandes ventajas son: excelente relación costo/beneficio, fácil aplicación, elimina fisuras, aumenta el módulo de rotura y la resistencia a la compresión, y permite un fraguado más homogéneo. Aplicaciones de las FPP, las fibras se utilizan en pavimentos industriales, hormigones de alta resistencia, suelos industriales, túneles y morteros especiales. Características de la fibra de polipropileno, tiene una excelente relación costo/beneficio, fácil aplicación ya que no se requiere mano de obra especial, es inoxidable y resístete a los álcalis.

III.METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo

El tipo de investigación es aplicada porque el propósito es resolver un problema, orientándose en la búsqueda de conocer influencia que tiene la FPP sobre las propiedades físicas y mecánicas en el concreto MR= 40 kg/cm².

Alcance

Este estudio tiene un alcance descriptivo y explicativo, al comprender la influencia que tiene la FPP sobre las propiedades del concreto MR= 40 kg/cm² y correlacional, al conocer los valores máximos alcanzado del módulo de rotura y asociarlo a la resistencia a la compresión.

Diseño de investigación

Es de tipo experimental, debido a que la investigación se realizó luego de conocer el hecho que se investiga a las causas que han determinado que tenga dichas características. En este nivel, se utilizaron nuevos sistemas, modelos, métodos de procesamiento, procedimientos, métodos o técnicas para mejorar y corregir lo que causó la investigación es decir la situación problemática. (CARRASCO, 2017)

GC(1):	X1	O1(7 días)	X1	O2(14 días)	X1	O3(28 días)
GE(2):	X1(3%)	O1(7 días)	X1(3%)	O2(14 días)	X1(3%)	O3(28 días)
GE(3):	X1(5%)	O1(7 días)	X1(5%)	O2(14 días)	X1(5%)	O3(28 días)
GE(3):	X1(7%)	O1(7 días)	X1(7%)	O2(14 días)	X1(7%)	O3(28 días)

Donde:

GC: Grupo control

GE: Grupo experimental (3%, 5% y 7%)

X1: Incorporación de fibra de polipropileno

O1, O2, O3: Medición

3.2. Variables y operacionalización

▪ Variable Independiente

Concreto MR=40kg/cm² con adición de FPP

Definición Conceptual

El concreto con fibra reforzado es la combinación de cemento, agregados, agua y fibras dispersas al azar para proporcionar las características que le faltan. (Armas, 2016)

Definición Operacional

Es la proporción de mezcla con adición de FPP que permite la dosificación adecuada para lograr que las propiedades sean las correctas

Indicadores

- Propiedades físicas: Contenido de humedad, analisis de granulometría, peso específico y absorción del agregado grueso y agregado fino y asentamiento del concreto.
- Diseño de mezcla para un concreto rígido incorporando fibra de polipropileno, por el procedimiento del método ACI 211.

▪ Variables Dependientes

Y1: Módulo de rotura

Definición Conceptual

Es la medida del esfuerzo máximo, que desarrolla una viga de concreto al ser sometido a la flexión. (Delgado, 2011)

Definición Operacional

Es la tensión máxima que el concreto puede soportar bajo una prueba de flexión.

Indicadores

A las vigas de concreto se aplicara de cargas a los 7, 14 y 28 días.

Y2: Resistencia a la compresión

Definición Conceptual

La resistencia a la compresión se determina mediante pruebas de laboratorio de muestras estándar de carga axial para controlar la

resistencia del hormigón para control de calidad y la aceptación del hormigón. (Ottazz, 2016)

Definición Operacional

Es el mejor esfuerzo que el concreto puede soportar bajo la carga.

Indicadores

- Ensayo de esfuerzo a la compresión a los 7, 14 y 28 días.
- Análisis de Precio Unitario (APU)

3.3. Población y muestra

Población

La población de estudio es un conjunto de casos bien definidos, limitado y accesible que formará la base para seleccionar muestras que cumplan con conjunto de criterios predeterminados. (GOMEZ, 2016).

La presente investigación tendrá una población de 72 especímenes.

▪ Criterio de inclusión

Las probetas cilíndricas y probetas prismáticas que no deben presentar cangrejas, hinchamientos o fisuras.

▪ Criterio de exclusión

Se excluirá cuando alguna de las probetas presente alguna de las patologías ya mencionadas.

Muestra

Este es un conjunto de operaciones que se utilizan para estudiar la distribución de ciertos elementos en todo el universo en función de las observaciones de una parte de la población. (GOMEZ, 2016)

Se tomó como muestra 36 probetas cilíndricas: 9 probetas de concreto convencional y 27 probetas adicionado fibra de polipropileno; y 36 probetas prismáticas: 9 probetas y 27 probetas adicionado fibra de polipropileno que fueron evaluadas a los 7 días, 14 días y 28 días respectivamente.

Tabla 1 : Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días

RESULTADOS		Factores de análisis				
Dosificación		Adición (0%)	Adición (3%)	Adición (5%)	Adición (7%)	
Resistencia a compresión	7 días	3	3	3	3	
	14 días	3	3	3	3	
	28 días	3	3	3	3	
TOTAL		9	9	9	9	36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Módulo de rotura a los 7, 14 y 28 días.

RESULTADOS		Factores de análisis				
Dosificación		Adición (0%)	Adición (3%)	Adición (5%)	Adición (7%)	
Resistencia a flexión	7 días	3	3	3	3	
	14 días	3	3	3	3	
	28 días	3	3	3	3	
TOTAL		9	9	9	9	36

Fuente: Elaboración propia

Muestreo

Para el muestreo de los ensayos de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión, se realizó a los 7, 14 y 28 días.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

(MONJE, 2011) El proceso es mediante el uso de métodos e instrumentos, los cuales se escogerán según la información que se pretende demostrar el método de estudio.

Principales técnicas a utilizar la obtención de datos será:

- Observación directa
- Análisis de documentos
- Ensayos de probetas cilíndricas con y sin adición de FPP

Instrumentos

Para DÍAZ (2018), los instrumentos de recolección de datos son mecanismos utilizados por el investigador para obtener información, mediante formularios para cuestionarios, guías de observación estructurada, entre otros, que permitan al investigador ampliar las capacidades de los procesos registrados.

a. Formatos estandarizados:

- Análisis de granulometría (NTP 339.128)
- Contenido de humedad (NTP 339.127)
- Peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022)
- Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021)
- Asentamiento del concreto o slump (NPT 339.035)
- Diseño de mezclas usando el método del comité ACI
- Ensayo de resistencia a la compresión (NTP 339.034) (ASTM C39)
- Ensayo de resistencia a la flexión (NTP 400.037) (ASTM C78)

b. Para recolección de datos:

- Formato de dosificación de muestras.
- Formatos de laboratorio.

Validez

La validez, la propiedad de los instrumentos de investigación es que puedan medir de manera objetiva, precisa, veraz y verdadera la variable o variables a medir (Carrasco, 2017). Se realizará con la obtención de los resultados y con el número de repeticiones por cada grupo experimental.

Confiabilidad

Para que el proyecto de investigación sea verídico, se desarrollarán diversas técnicas e instrumentos ya mencionados; teniendo como formatos de validación y aprobación de los instrumentos a:

- Formatos o fichas estandarizados según las normas técnicas peruanas, firmados por razón de expertos.

3.5. Procedimiento

A continuación, se detallarán los procedimientos a seguir para la elaboración del concreto $M_r = 40 \text{ kg/cm}^2$ con adición de FPP, con la finalidad de mejorar la resistencia a compresión y flexión

▪ **Análisis de granulometría (NTP 339.128)**

Equipos

- Balanza
- Mortero

Materiales

- Tamices de malla
- Recipientes
- Brocha o cepillo

Procedimiento

- La muestra se debe exponer, hasta su secado total.
- Agregado fino: El total de la muestra, debe ser de 300g mínimo.
- Agregado grueso: El total de la muestra, debe ser de acuerdo a la siguiente tabla:

Tamaño máx.	Cantidad mín. de muestra para ensayo
3/8" (9,5 mm)	1 kg.
1/2" (12,5 mm)	2 kg.
3/4" (19,0 mm)	5 kg.
1" (25,0 mm)	10 kg.
1. 1/2" (37,5 mm)	15 kg.

Tabla 3: Cantidad mínima de muestra de agregado

Fuente: Manual de ensayos de laboratorio

- Los tamices se mueve de un lado a otro en forma circular de manera que la muestra este en movimiento sobre la malla. Se limpia con el pincel en caso de quedar partículas en la malla, y deben recogerse con el residuo en el tamiz.
- Se corrobora que la suma de los pesos y el peso total, no difiera en mas del 1 %.

Cálculos:

- Materiales que pasan por el tamiz 0,074mm (N° 200). Se calcula el porcentaje:

$$\% \text{Pasa } 0,074 = \frac{W_{\text{total}} - W_{\text{retenido en el tamiz } 0,074}}{W_{\text{total}}} \times 100$$

- El porcentaje restante de cada tamiz:

$$\% \text{Retenido} = \frac{W_{\text{retenido en el tamiz}}}{W_{\text{total}}} \times 100$$

▪ **Peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022)**

Equipos

- Balanza
- Estufa

Materiales

- Molde cónico
- Frasco volumétrico (500 cm³)
- Varilla para apisonado

Preparación de la muestra

- Mezclar bien, luego dividir en cuatro partes iguales hasta alcanzar aprox. 1 kilogramo
- Poner en el molde cónico, y luego levantar el molde cónico. Si hay humedad, conservara su forma el cono de agregado fino. Continúe secando y probando hasta que el cono se rompa cuando se retire el molde, indica que el agregado fino ha alcanzado la superficie seca
- Introducir 500 g de material preparado en el frasco, llenar parcialmente.
- Invierta y agite el frasco volumétrico manualmente para que se logre quitar todas las burbujas de aire, alrededor de 15 a 20 min. y determine el peso total del frasco.
- Retirar el agregado fino del frasco, secar a temperatura ambiente poner a enfriar durante ½ a 1½ horas, y confirme el Pe

Cálculos

- Peso específico (Pe_m):

$$Pe_m = \frac{W_o}{(V - V_a)} \times 100$$

Donde:

Pe_m = Peso específico de masa

W_o = Peso en el aire de la muestra seca

V = Volumen del frasco cm^3

V_a = Volumen del agua añadida al frasco

- Absorción (Ab)

$$A_b = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100$$

▪ **Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021)**

Equipos

- Balanza con dispositivo para colgar cesta de malla
- Cesta de malla
- Recipiente
- Estufa

Procedimientos

- Secar la muestra y ventilar de 1 a 3 horas. sumergir en agua por 24 h.
- Bajo condiciones saturadas con una superficie seca se obtiene el peso de la muestra.
- Después de pesar, coloque la muestra saturada con una superficie seca en una canasta de alambre inmediatamente y determine su peso en agua. Antes de pesar, tenga cuidado de agitar el recipiente cuando esté sumergido en agua para eliminar el aire restante. Seque la muestra a peso constante a 100°C , luego enfríe durante 1 a 3 horas, luego pese.

Cálculos

- Peso Específico:

$$Pe_m = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

Donde:

A = Peso de muestra seca

B = Peso de muestra saturada seca

C = Peso en el agua de la muestra saturada

- Absorción:

$$Ab\% = \frac{(B - A)}{A} \times 100$$

▪ **Contenido de humedad (NTP 339.127)**

Equipos

- Balanza
- Un horno ventilado
- Recipiente para la muestra

Procedimiento

- Utilice la fuente de calor seleccionada para secar la muestra en el recipiente, teniendo cuidado de no perder partículas a temperatura controlada.

Cálculos

$$P = \frac{100(W - D)}{D}$$

Donde:

P = Porcentaje de humedad

W = Masa de muestra húmeda

D = Masa de muestra seca

▪ **Asentamiento del concreto (SLUMP) (NPT 339.035)**

Equipo

- Molde. Su forma interna debe ser tronco cónico
- Varilla compactadora

Procedimiento

- Humedezca el molde y coloque. Fijado firmemente al pie y lleno de tres capas de muestras de concreto.
- Cada capa debe compactarse con 25 golpes de la barra y distribuirse de manera uniforme en su sección transversal.

- El concreto alrededor de la base cónica debe retirarse para evitar perturbar el proceso de asentamiento. El ascenso del molde debe completarse mediante un movimiento uniforme hacia arriba en aproximadamente 5 segundos.
- El asentamiento se mide inmediatamente después para determinar la diferencia entre la altura del molde y la altura medida por encima del centro original de la suela superior de la muestra

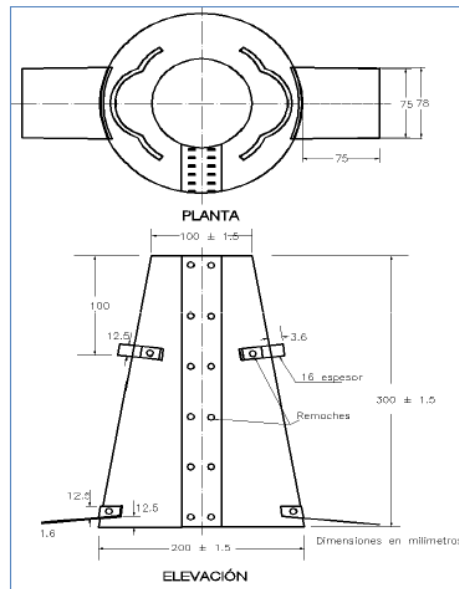


Figura 1. Molde para determinar el asentamiento

Fuente: Manual de ensayos de laboratorio

- Si un deslizamiento de concreto cae a lado de la muestra, la prueba debe repetirse. Si dos pruebas consecutivas en una muestra de hormigón por lo tanto el concreto carece de trabajabilidad.

▪ **Diseño de mezclas usando el método del comité 211 del ACI**

El diseño de mezcla es una aplicación técnica y practica del conocimiento científico sobre su composición y sus interacciones para lograr el material final que cumpla con los requisitos específicos de un proyecto de construcción de la manera más efectiva. (Rivva López, 2000)

El Comité 211 de ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezcla bastante simple que se basa en las tablas presentadas en los capítulos anteriores y permite obtener los valores de los diferentes materiales que componen la unidad cubica del concreto.

▪ **Ensayo de resistencia flexión (NTP 400.037)**

Equipos

- Los moldes para las muestras
- Un sellante apropiado para desprendimiento

Muestra

- Muestra para el ensayo: la viga utilizada para la prueba de resistencia a flexión debe tener 150 mm x 150 mm x 530 mm.
- Las muestras procesadas deben sacarse del molde dentro de las 20 horas y 48 horas.

Procedimiento

- La muestra se gira a tres tercios entre los soportes, el bloque de aplicación de carga se pone en contacto con la superficie de la muestra y se aplica una carga entre el 3% y 6% de la carga final estimada.
- La carga debe aplicarse continuamente sin golpes.

Cálculos:

$$R = \frac{P \cdot l}{b \cdot d^2}$$

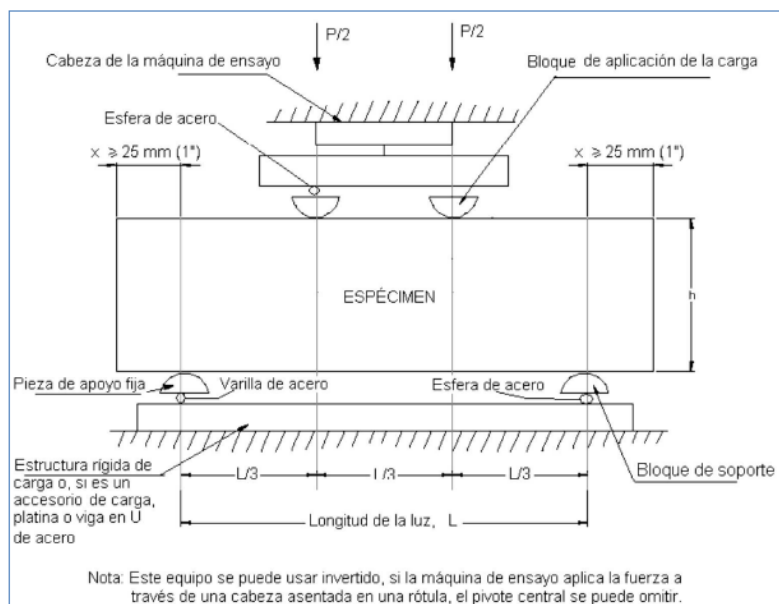


Figura 2. Esquema un equipo adecuado para el ensayo de flexión

Fuente: Manual de ensayos de laboratorio

▪ **Ensayo de resistencia a la compresión (NTP 339. 034)**

Equipos

- Moldes cilíndricos reutilizables (150mm x 30mm).

- Máquina de ensayo

Procedimiento

- El ensayo de compresión de muestras curadas en agua, después del procesamiento, deben retirarse del molde dentro de un periodo no menos de 20 horas y no más de 48 horas
- El eje de la muestra se alinea cuidadosamente
- Aplique la carga hasta que el marcador indique que comenzó a disminuir continuamente y el testigo cilíndrico muestra su falla.

Cálculos

- Calcule la resistencia a la compresión y divida la carga máxima que soporta la muestra durante la prueba por el valor promedio del área de la sección transversal.

$$R_c = 4 G / \pi d^2$$

R_c = Es la resistencia de rotura

G = La carga máxima de rotura

d = Es el diámetro de la probeta

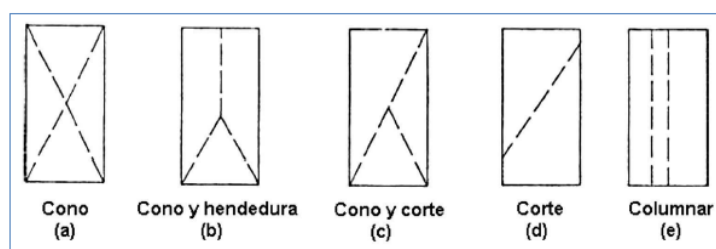


Figura 3. Esquemas de los tipos de falla

Fuente: Manual de ensayos de laboratorio

3.6. Métodos de análisis de datos´

Para DÍAZ (2018), “tiene la finalidad de comparar diferentes series de datos obtenidos en distintos análisis con ayuda usando gráficos, fórmulas y uso de programas computacionales; tales como Excel y otros programas relacionados al tema de investigación”.

Dado que los datos obtenidos del experimento deben ser observados, analizados, ordenados y representados, se aplicará el método de análisis. Además, permita completar un formulario confiable efectivo de recolección de datos, formato de laboratorio y formulario de observación para descubrir adecuadamente el impacto de las FPP en el concreto $MR = 40 \text{ kg/cm}^2$.

También se cuenta con un profesional especializado en la línea de investigación para el proyecto a realizar, y de esta manera contar con excelentes análisis de datos.

3.7. Aspectos éticos

El investigador es el autor de los ensayos realizados, en el cual se asumió el compromiso de respetar los derechos de autoría de tesis, artículos científicos, entre otros, a través de las referencias de los textos que han sido citados.

IV. RESULTADOS

4.1. Características físicas de los agregados

De los ensayos de granulometría a los agregados finos y agregados gruesos, los resultados son los siguientes:

Tabla 4. Resultados de granulometría de los agregados

Características		Agregado fino	Agregado grueso
Peso específico	[kg/m ³]	2260	2670
Absorción	[%]	2.65	0.84
Peso unitario simple	[kg/m ³]	1578.21	1263.53
Peso unitario compactado	[kg/m ³]	1671.96	1457.11
Tamaño máx. nominal	[pulg]		3/4
Módulo de fineza		2.40	
Contenido de humedad	[%]	7.24	0.95

Fuente: Resultados de los ensayos de laboratorio

Interpretación

Mediante los ensayos de laboratorio, se obtuvo para el agregado fino un módulo de fineza de 2.40, el peso específico 2.26gr/cc, la absorción 2.65% y el contenido de humedad 7.24%, para el agregado grueso su peso específico 2.67gr/cc, absorción 0.84% y contenido de humedad 0.95%. Datos altamente relevantes para nuestro diseño de mezcla.

4.2. Diseño de mezcla para concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Se empleó el Método ACI 211; respetando el rango correspondiente al método ACI establecido en el conjunto de tablas. Considere los siguientes datos:

Slump	3" a 4"
Tamaño máx. del agregado	$\frac{3}{4}$ "
Volumen unitario de agua	205 Lt
Relación a/c	0.47
Contenido de cemento	367.12 kg/cm ³
Aire atrapado	2%
El resultado de diseño de mezcla de concreto $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ corresponde a la siguiente dosis:	

Tabla 5. *Dosificación concreto*

Cemento	Arena	Piedra	Agua
1 p ³	1.43 p ³	2.70 p ³	20.25 L/ p ³

Fuente: Diseño de mezcla por el método ACI.

4.3. Dosificación proporcional para probetas cilíndricas de un concreto $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 6. *Dosificación de proporciones para 3 probetas cilíndricas*

MATERIAL	Convencional	Adición al 3%	Adición al 5%	Adición al 7%
Cemento (kg)	7.21	7.21	7.21	7.21
Arena (kg)	10.19	9.88	9.68	9.47
Piedra (kg)	15.75	15.75	15.75	15.75
Agua (L)	2.84	2.84	2.84	2.84
FPP (kg)	0.00	0.31	0.51	0.71

Fuente: Diseño de mezcla por el método ACI 211

4.4. Dosificación proporcional para probetas prismáticas de un concreto $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 7. *Dosificación de proporciones para 3 probetas prismáticas*

MATERIAL	Convencional	Adición al 3%	Adición al 5%	Adición al 7%
Cemento (kg)	16.21	16.21	16.21	16.21
Arena (kg)	22.91	22.23	21.77	21.31
Piedra (kg)	35.44	35.44	35.44	35.44
Agua (L)	6.39	6.39	6.39	6.39
FPP (kg)	0.00	0.69	1.15	1.60

Fuente: Diseño de mezcla por el método ACI 211.

4.5. Ensayo de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos

El ensayo consistió en aplicar una carga axial a probetas cilíndricas de

150mm x 300mm, hasta que se presente la falla. La aplicación de carga a los testigos se realizó a los 7, 14 y 28 días en el laboratorio de la Universidad César Vallejo filial Moyobamba. A continuación presentamos los resultados:

Tabla 8. *Resultados cuantitativos de resistencia a compresión*

Nº de espec.	Edad	Diám.(cm)	Área(cm²)	Carga (kg)	Fc (kg/cm²)	
Convencional	1	7	14.98	176.24	35700.00	202.56
	2	7	14.97	176.01	36288.00	206.17
	3	7	14.97	176.01	36742.00	208.75
	4	14	14.97	176.01	42575.00	241.89
	5	14	14.98	176.24	42914.00	243.49
	6	14	14.99	176.48	43323.00	245.48
	7	28	14.99	176.48	49594.00	281.02
	8	28	14.99	176.48	50145.00	284.14
	9	28	14.98	176.24	50290.00	285.34
3% de FPP	10	7	14.99	176.48	38109.00	215.94
	11	7	14.96	175.77	37520.00	213.46
	12	7	14.97	176.01	37560.00	213.40
	13	14	14.98	176.24	45022.00	255.45
	14	14	14.97	176.01	44492.00	252.78
	15	14	14.96	175.77	44335.00	252.23
	16	28	14.97	176.01	51630.00	293.34
	17	28	14.97	176.01	51592.00	293.12
	18	28	14.96	175.77	51290.00	291.80
5% de FPP	19	7	14.98	176.24	38770.00	219.98
	20	7	14.97	176.01	40200.00	228.40
	21	7	14.99	176.48	39569.00	224.21
	22	14	14.96	175.77	46257.00	263.16
	23	14	14.98	176.24	46580.00	264.29
	24	14	14.97	176.01	46420.00	263.74
	25	28	14.99	176.48	53033.00	300.51
	26	28	14.98	176.24	53954.00	306.13
	27	28	14.98	176.24	53487.00	303.48
7% de FPP	28	7	14.97	176.01	41068.00	233.33
	29	7	14.99	176.48	41214.00	233.53
	30	7	14.99	176.48	41450.00	234.87
	31	14	14.95	175.54	47798.00	272.29
	32	14	14.99	176.48	48132.00	272.73
	33	14	14.96	175.77	48182.00	274.11
	34	28	14.97	176.01	54223.00	308.07
	35	28	14.96	175.77	54865.00	312.13
	36	28	14.97	176.01	55722.00	316.59

Fuente: Ensayo de resistencia a la compresión.

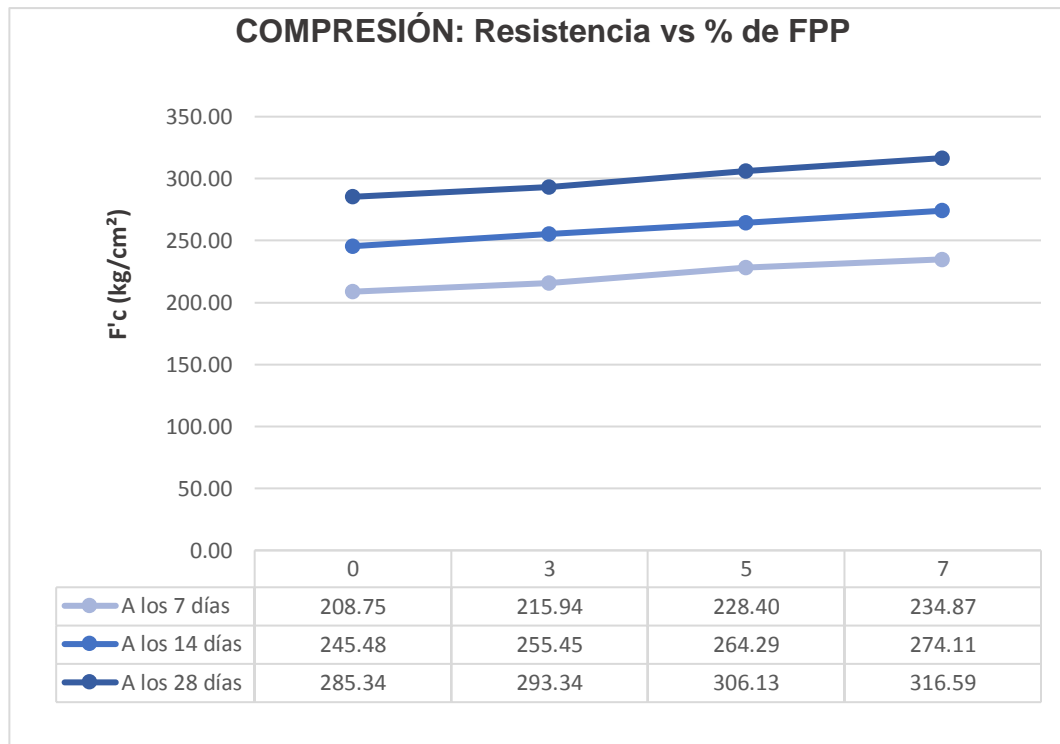


Figura 4. Curva Resistencia vs % de FPP

Fuente: Elaboración propio

4.6. Ensayo de resistencia a la flexión de testigos prismáticos ASTM C78

Se puede reflejar en la tabla 9, que los módulos de rotura han ido aumentando gracias a la adición de fibras de polipropileno respecto a las resistencias convencionales. El ensayo consistió en determinar el módulo de rotura en vigas de concreto de 150mm x 150mm x 530mm. La aplicación de carga a los especímenes se realizó a los 7, 14 y 28 días de edad en el laboratorio de la Universidad César Vallejo filial Moyobamba.

Tabla 9. Resultados cuantitativos de resistencia a flexión

Nº de espec.	Edad	Base (cm)	Peralte (cm)	Long. (cm)	Carga (kg)	Mr. (kg/cm2)	
Convencional	1	7	14.98	14.97	52.96	1859.00	29.33
	2	7	14.98	14.98	56.98	1724.00	29.23
	3	7	14.99	14.98	52.96	1884.00	29.68
	4	14	14.96	14.98	52.98	2197.00	34.68
	5	14	15.24	15.24	52.96	2327.00	34.81
	6	14	15.25	15.24	52.97	2340.00	35.00
	7	28	14.96	14.98	52.98	2545.00	40.17
	8	28	14.96	14.96	52.96	2689.00	42.53
	9	28	14.98	14.98	52.97	2592.00	40.87
3% de FPP	10	7	14.97	14.98	52.98	1968.00	31.04
	11	7	14.97	14.98	52.97	1936.00	30.54
	12	7	14.97	14.98	52.96	1905.00	30.05

	13	14	15.26	15.24	52.96	2432.00	36.35
	14	14	15.25	15.25	52.98	2422.00	36.19
	15	14	15.25	15.24	52.97	2410.00	36.07
	16	28	15.25	15.24	52.96	2790.00	41.72
	17	28	15.24	15.26	52.98	2784.00	41.59
	18	28	15.25	15.25	52.97	2780.00	41.52
5%de FPP	19	7	14.98	14.98	52.98	2012.00	31.71
	20	7	14.97	14.98	52.96	2059.00	32.48
	21	7	14.97	14.98	52.97	2042.00	32.21
	22	14	15.24	15.24	52.96	2503.00	37.47
	23	14	15.24	15.25	56.98	2500.00	40.18
	24	14	15.24	15.24	52.96	2518.00	37.67
	25	28	14.97	14.97	52.96	2736.00	43.16
	26	28	14.96	14.97	56.98	2550.00	43.31
	27	28	14.96	14.96	52.96	2733.00	43.22
7% de FPP	28	7	14.98	14.98	52.96	2113.00	33.31
	29	7	14.98	14.97	52.98	2135.00	33.69
	30	7	14.98	14.98	52.97	2120.00	33.42
	31	14	14.98	14.97	52.98	2450.00	38.66
	32	14	14.96	14.97	52.97	2458.00	38.81
	33	14	14.98	14.96	52.96	2470.00	39.01
	34	28	14.98	14.97	52.98	2775.00	43.78
	35	28	14.96	14.97	52.97	2790.00	44.05
	36	28	14.98	14.96	52.96	2786.00	44.00

Fuente: Ensayo de resistencia a la flexión.

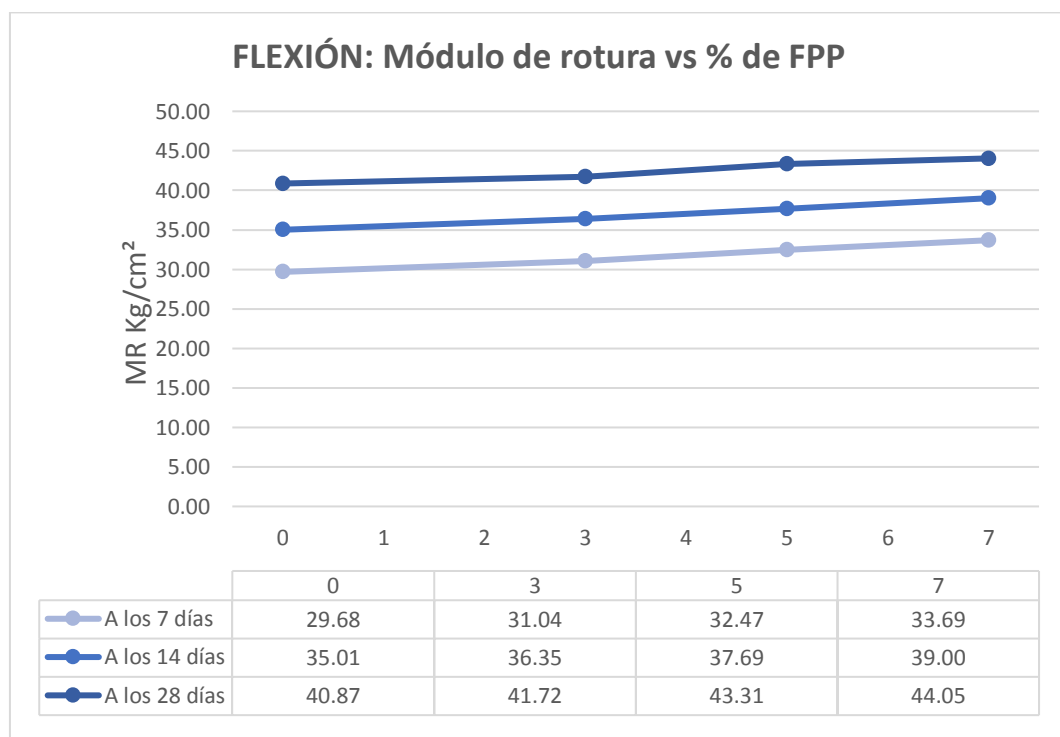


Figura 5. Curva Resistencia vs % FPP

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

De acuerdo al gráfico, el valor ideal a adicionar de fibra de polipropileno es al 7%, alcanzando a los 28 días máximos valores del módulo de rotura, siendo recomendable para lograr un diseño de mezcla optimo, en comparación de un concreto MR= 40 Kg/cm² convencional.

4.7. Correlación entre el Módulo de rotura y la resistencia a la compresión de un concreto MR= 40 Kg/cm²

Se permite establecer correlación entre los valores máximos alcanzados del módulo de rotura y la resistencia a la compresión al adicionar FPP a los 28 días, con la finalidad de controlar la calidad del concreto empleado para la elaboración de pavimentos rígidos

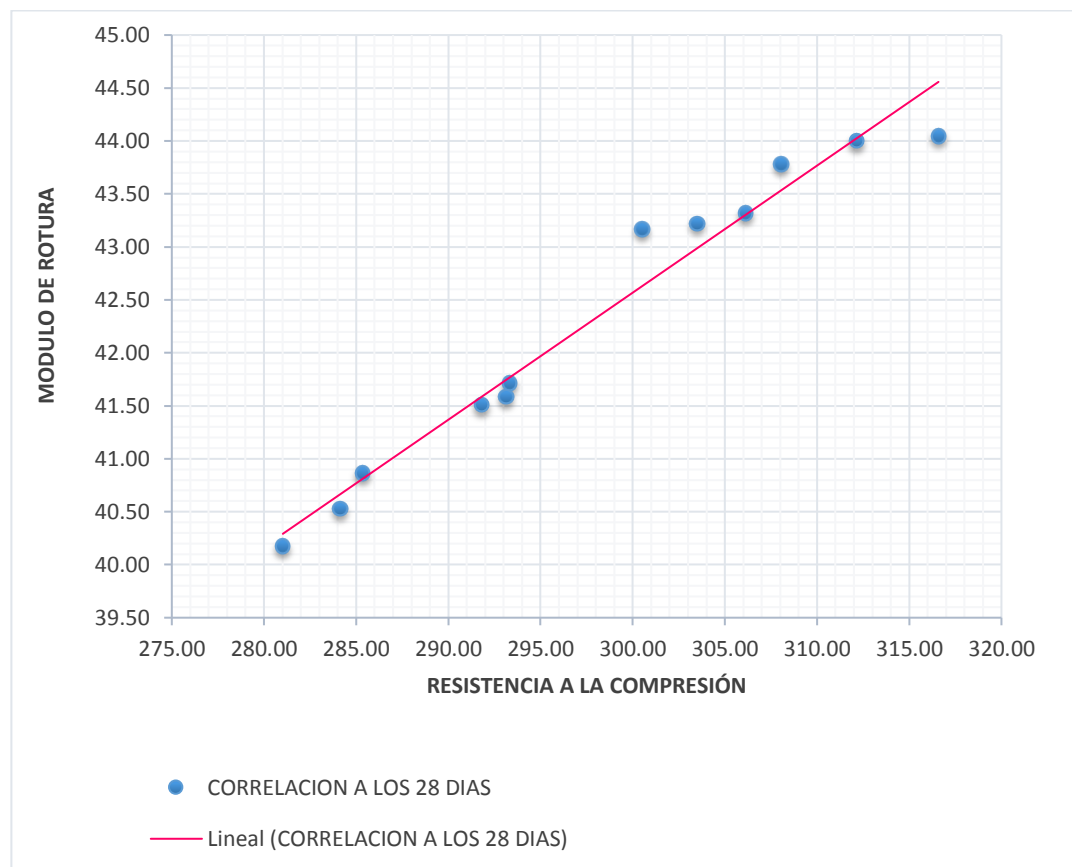


Figura 6. Correlación entre el Módulo de rotura y resistencia a la compresión.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

El coeficiente de correlación, evalúa el sentido de la relación lineal entre dos variables cuantitativas, y como se observa en el gráfico, al intersectar nuestros datos y trazar una recta, se visualizan que no están del todo

dispersos (casi alineados), por lo tanto lo corroboramos hallando una correlación de 0.983. Dicho valor se define como una correlación positiva perfecta.

4.8. Análisis de precio unitario de un concreto MR =40 kg/cm² convencional y con adición de fibra de polipropileno

Los valores se obtuvieron haciendo uso del S10, con la finalidad de conocer si el precio unitario de un concreto MR=40 kg/cm² con adición de FPP es rentable en comparación a un concreto convencional

Tabla 10. *APU de un concreto MR= 40 kg/cm²*

01.04.02.01 PAVIMENTO E=0.20 - CONCRETO F'C=280 KG/CM ²						
m 3/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3		566.69	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	2.0000	0.6400	22.98	14.71
OFICIAL		hh	1.0000	0.3200	18.18	5.82
PEON		hh	8.0000	2.5600	16.42	42.04
						62.56
Materiales						
ARENA GRUESA		m3		0.6500	60.00	39.00
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4"		m3		1.0100	85.00	85.85
CEMENTOTIPO V (42.5 kg)		bls		10.8700	34.20	371.75
AGUA		m3		0.1800	5.00	0.90
						497.50
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	62.56	3.13
MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3		hm	1.0000	0.1000	20.00	2.00
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1"		hm	1.0000	0.1000	15.00	1.50
						6.63

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. APU de un concreto MR=40 kg/cm² con adición de FPP al 7%

01.04.02.01 PAVIMENTO E=0.20 - CONCRETO F'c=280 KG/C M ²						
m3/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	osto unitario directo por : m3		564.71	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	22.98	14.71	
OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	18.18	5.82	
PEON	hh	8.0000	2.5600	16.42	42.04	
					62.56	
Materiales						
ARENA GRUESA	m3		0.6100	60.00	36.60	
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4"	m3		1.0100	85.00	85.85	
CEMENTOTIPO V (42.5 kg)	bls		10.8700	34.20	371.75	
FPP (600gr)	kg		0.0400	10.54	0.42	
AGUA	m3		0.1800	5.00	0.90	
					495.53	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	62.56	3.13	
MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	1.0000	0.1000	20.00	2.00	
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1"	hm	1.0000	0.1000	15.00	1.50	
					6.63	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

De los valores obtenidos se logró verificar que el precio del m3 de un concreto convencional MR= 40 kg/cm² es s/. 566.69 y el precio del m3 de un concreto MR= 40 kg/cm² con adición al 7% es s/. 564.71. Siendo claro evidenciar, que el concreto con adición de FPP es mucho más rentable que un concreto convencional.

V. DISCUSIÓN

1. WAHEED, Abdul y RAZA, Zishan, en su investigación consideraron que como las fibras PP son hidrofóbicas y observaron que no se dispersaron con facilidad al mezclar agua. Encontraron que la adición de fibras a la mezcla seca es más práctica. Y para obtener la máxima resistencia a la compresión con Macro fibra la dosis óptima se limitará 1% a 1.5%. Sin embargo nuestros resultados muestran que el uso de la fibra del tipo monofilamento, tiende a dispersarse con mas facilidad y su dosis optima promedio limitandonos en un 3% a 7%. Pero lo que no podemos coincidir es que al comparar la resistencia, los investigadores concluyen que con el aumento en el contenido de cemento, la resistencia genera ganancia debido al porcentaje de fibra disminuye. Y nosotros podemos afirmar que el agregado grueso es lo que da mas consistencia al concreto. Pero los investigadores, así como nosotros aseveramos que la fibra de polipropileno macro fibra o monofilamento, influye sobre el concreto significativamente en la resistencia a compresión y el modulo de rotura.
2. PILZ, Silvio; OLIVEIRA, Paola y REGOSO, Felipe, en su investigación examinaron la consistencia del concreto permeable con adición de FPP, y que al realizar una prueba de asentamiento y todas las pruebas encontraron una depresión de 0 (cero) cm.
Con fibra, presentaba un asentamiento cercano a cero. Los investigadores consideraron a este concreto de baja trabajabilidad. En nuestro estudio, la prueba de asentamiento se utilizó para evaluar al concreto convencional y con FPP, mediante la prueba de revenimiento obteniendo un asentamiento de 4", considerándolo de buena trabajabilidad.
En su investigación se añadió 2 kg/m³ de fibra de polipropileno, se obtuvieron ganancias considerables al 105% en la resistencia a compresión y al aplicar el ensayo a flexión lograron una mejora del 110%. En cada zona las propiedades de los agregados es distinto, el mejor resultado que obtuvimos en las pruebas es cuando añadimos fibra al 7% existiendo un ligero crecimiento al 113% de la resistencia a la compresión del concreto y en el módulo de rotura se obtuvo mejora al 110%.

3. MOHOD, Milind. En su investigación sobre el concreto M30 y M40, cuando el curado alcanza los 28 días, se observó un aumento significativo en la resistencia que alcanzó la resistencia objetivo.

Para él, en una proporción de mezcla del 1.5% para la mezcla M40, la resistencia de los 28 días, se observa una ganancia de fuerza que satisface el objetivo, en comparación con otras mezclas. Para un contenido de fibra del 2%, la condición de curado y curado irregular la resistencia a la compresión fue casi satisfactoria durante 28 días.

Podemos definir esta variación para que las propiedades del agregado sean diferentes en cada en cada zona, por lo tanto, el mejor resultado obtenido del ensayo es que cuando adicionamos el 7% de FPP, reemplazamos parcialmente la arena gruesa.

La resistencia a la flexión ha resultado ser más del 0.5% de contenido de fibra tanto en las mezclas como en las fibras. También la resistencia a la flexión de ambos. Estamos de acuerdo en encontrar que el concreto $MR=40\text{kg/cm}^2$ cumple con el criterio de resistencia máxima para el módulo de ruptura.

4. En su investigación, AGUILAR, Adela., GONZALES, Rocío., utilizaron 3 dosificaciones de FPP con un mismo diseño de mezcla. El concreto esta reforzado con fibra de polipropileno de 500gr/cm³, 600gr/cm³ y 700gr/cm³. Al contrario de nuestra investigacion, las proporciones que se empleo la fibra de polipropileno, es un margen cercano. Los investigadores realizaron su diseño de mezclas para un concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y empleando el método ACI 211. Obteniendo su dosificación:

Cemento	Arena	Piedra	Agua
1 p ³	1.90 p ³	2.70 p ³	24 L/ p ³

Con lo que no podemos estar de acuerdo, porque realizamos un concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ nuestro diseño de mezcla, pero si se utilizo el método ACI Obteniendo la siguiente dosificación:

Cemento	Arena	Piedra	Agua
1 p ³	1.43 p ³	2.70 p ³	20.25 L/ p ³

Se conoce que la variación de los agregados es diferente en cada zona, pero precisamente los agregados gruesos son los que siempre pueden lograr dar estabilidad a nuestro concreto.

5. CHAMPI, Carmen y ESPINOZA, Lisbet, en su investigación no pudieron probar la cuarta hipótesis que decía “En comparación con el concreto estandar, el costo del material del concreto modificado con fibras sintéticas es muy considerable” Se puede ver que el costo del concreto con fibra varía en proporción a la cantidad utilizada de 300 gr/m³, 600 gr/m³ y 900 gr/cm³, el precio de la FPP en un m³ de concreto no puede representar el concreto convencional.

Sin embargo, si podemos afirmar que en el análisis del precio unitario, el 7% del concreto con adición de FPP, en comparación con el concreto MR = 40 kg / cm², no solo obtiene un mayor módulo de ruptura, sino que también es rentable.

VI. CONCLUSIONES

En respuesta a los objetivos planteados se presentan las siguientes conclusiones:

1. La aplicación de fibra de polipropileno mejora las propiedades del concreto $MR = 40 \text{ kg/cm}^2$. Al realizar ensayos se visualizo que después de 28 días, de las probetas con adición de FPP al 3%, 5% y 7%, se incrementa en 4.69%, 7.32% y 13.07% su resistencia a compresión de concreto convencional, respectivamente

Y para las probetas prismáticas con adición de FPP al 3%, 5% y 7%, su modulo de rotura se incrementa en un 4.29%, 8.28% y 10.13% respectivamente.

2. De acuerdo al manual de carreteras y la norma CE.010 pavimentos Urbanos se realizaron los ensayos donde se verifica que el cemento y los agregados sean de optima calidad y aptos para la elaboración de mezclas de concreto, por lo tanto se optó por utilizar agregado grueso cuyo tamaño max. nominal es de $\frac{3}{4}$ ", y con agregado fino de la cantera Naranjillo, del Rio Yuracyacu.
3. A los 28 días de edad, la mayor resistencia a compresión obtenida es 285.34 kg/cm^2 para un concreto convencional, 293.34 kg/cm^2 para un concreto con FPP al 3%, 306.13 kg/cm^2 para un concreto con FPP al 5% y 316.59 kg/cm^2 para un concreto con FPP al 7 %, por lo tanto agregue 7% de FPP para obtener mejores resultados.

A los 28 días de edad, el modulo de rotura en vigas de concreto simplemente apoyadas a los dos tercios del tramo, el valor maximo es 42.53 kg/cm^2 para el concreto convencional, 41.72 kg/cm^2 para el concreto con adición de 3 %, 43.31 kg/cm^2 para el concreto con adición de 5% y 44.05 kg/cm^2 para el concreto con adición de 7% de FPP. Por lo tanto, los mejores resultados se pueden obtener al adicionar 7% de de fibra de polipropileno.

Con este fin, se han considerado un límite BUENO de control de probetas cilindricas y prismáticas. Considerándose los datos confiables y aceptables.

4. Se ha logrado obtener las resistencias superiores de 280 kg/cm^2 , para optimizar los recursos, de acuerdo con todos los parámetros y especificaciones técnicas del método ACI dentro del rango permitido y que

permita obtener resultados alentadores y muy buenos. Alcanzando la siguiente dosificación:

Cemento	Arena	Piedra	Agua
1 p ³	1.43 p ³	2.70 p ³	20.25 L/ p ³

La mejor resistencia se obtiene cuando se mezcla 7% de fibra de polipropileno, y podemos determinar la cantidad de concreto de la siguiente manera:

Cemento	Arena	Piedra	Agua	FPP
1 p ³	1.39 p ³	2.70 p ³	20.25 L/ p ³	0.04 p ³

- Al analizar el precio unitario y el precio total de la mezcla por bolsa de cemento se encontró que el concreto con 7% de fibra de polipropileno, tiene el mejor rendimiento a compresión y una optima resistencia a flexión, y ademas posee un costo total de S/.566.69. Siendo un concreto con un exelente modulo de rotura y mas rentable. Generará ganancias que compensen las inversiones realizadas.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar otros tipos de cemento (Tipo I, Tipo II, Tipo II y Tipo IV) para verificar si el comportamiento de FPP en la mezcla se ve afectando por la composición del cemento y si los materiales utilizados pueden brindarnos mejores resultados en diferentes lugares.

Por lo tanto poder afirmar que el concreto tipo V empleado en esta investigación, es un cemento adecuado para el pavimento requerido por nuestra ciudad de Moyobamba, pero el alcance de uso puede extenderse a diferentes ciudades

Se recomienda que después de agregar FPP al concreto, el material y la relación a/ c se recalculen, como se hizo en esta investigación, para obtener resultados verdaderos.

2. Se recomienda ampliar el alcance del estudio para que se correlacione el módulo de rotura con la resistencia a la compresión con materiales aptos de otros ríos, de otras canteras y con concretos reciclados.
3. Se recomienda realizar mas ensayos a las probetas cilíndricas para conocer propiedades no estudiadas en la presente investigación, recomendamos evaluar el módulo elástico, la tracción indirecta para comprender como bajo diferentes esfuerzos es el comportamiento del concreto.

También, se recomienda realizar para probetas prismáticas donde se aplique cargas al centro y a los dos tercios de la viga de concreto.

4. Se recomienda que después de desmoldar los testigos en un máximo en 30min, colocarlas en una solución de agua de cal 3 g/L
5. A edades mayores se recomienda evaluar al concreto (90 días y 180 días) porque nuestro estudio solo considero los primeros 28 días, cuando el concreto alcanza su resistencia de diseño, sin embargo el concreto continuará aumentando su resistencia lentamente, y un margen muy pequeño de tiempo.

REFERENCIAS

- AGUILAR, Adela y GONZALES, Rocío. Análisis y evaluación del comportamiento a la fatiga de un pavimento rígido con fibra plástica de polipropileno en el altiplano. (Tesis de pregrado). Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Puno. 2017. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UANT_6b2934425f442c305372c746ce6cd9b4
- ALONSO, Elia. Concreto reciclado: una revisión. Revista ALCONPAT. México. 2017. (Artículo científico) Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352015000300235
- ARMAS, César Hugo. Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico. (Tesis Pregrado). Universidad Señor de Sipán, Perú. 2016. Disponible en: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/436>
- ASTM C78-02. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto (Utilizando viga simple con carga en los tercios del claro). Disponible en: <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C78-02-SP.htm>
- BAZÁN, Lusbeth & ROJAS, Reynaldo. Comportamiento mecánico del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido incorporando vidrio reciclado, distrito de Moyobamba, San Martín – 2018. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo. Moyobamba. 2018. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/31624>
- CAMARGO, Nelson & HIGUERA, Carlos. Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla del arroz. (Artículo científico). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Colombia. 2017. Disponible en: <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/1907/2486>
- CHAMPI, Carmen y ESPINOZA, Lisbet. Análisis comparativo de las características mecánicas a compresión, flexión, y costos de materiales de un concreto patrón y otro adicionado con fibra sintética mejorada sikafiber® pe, elaborado con agregado de las canteras Cunyac y Vicho. (Tesis pregrado) Universidad Andina del Cusco. Cusco. 2017. Disponible

en:

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UACI_542176618b2058bb3f57cdbc3503f74b

CARRASCO, Sergio. Metodología de la investigación científica. Lima, 2017.

Disponible

en:

https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1_

CARRASQUILLO, Ramón. CIP 38 Concreto permeable. (Artículo científico).

National Ready Mixed Concrete Association. 2006. Disponible en:

<https://es.slideshare.net/tonicoludovico/cip38es-1>

CARRASQUILLO, Ramón. CIP 16 Resistencia a Flexión del concreto. (Revisit

Scientific). National Ready Mixed Concrete Association. 2006. Disponible

en: <https://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP16es.pdf>

CHAPOÑAN, José & QUISPE Joel. Análisis del comportamiento en las

propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos

adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H Villamaria-Nuevo

Chimbote. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Santa. Nuevo

Chimbote. 2017. Disponible en:

<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2724/42998.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CHÁVEZ Juan, PINEDO, Antoni. Propuesta de diseño de pavimentos y obras de

drenaje pluvial en la reconstrucción de los jirones: Miraflores, Huallaga y

otros, distrito de Tarapoto, provincia y región de San Martín. (Tesis de

pregrado). Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto. 2017.

Disponible

en: [http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2465/PROPUE](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2465/PROPUESTA%20DE%20DISE%C3%91O%20DE%20PAVIMENTOS%20Y%20OBRAS%20DE%20DRENAJE%20PLUVIAL%20EN%20LA%20RECONSTRUCCI%C3%93N%20DE%20LOS%20JIRONES%20MIRAFLORES%2C%20HUALLAGA%20Y%20OTROS%2C%20DISTRITO%20DE%20TARAPOTO%2C%20PROVINCIA%20Y%20REGI%C3%93N.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[STA%20DE%20DISE%C3%91O%20DE%20PAVIMENTOS%20Y%20O](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2465/PROPUE)

[BRAS%20DE%20DRENAJE%20PLUVIAL%20EN%20LA%20RECONST](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2465/PROPUE)

[RUCCI%C3%93N%20DE%20LOS%20JIRONES%20MIRAFLORES%2C](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2465/PROPUE)

[%20HUALLAGA%20Y%20OTROS%2C%20DISTRITO%20DE%20TARA](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2465/PROPUE)

[POTO%2C%20PROVINCIA%20Y%20REGI%C3%93N.pdf?sequence=1](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2465/PROPUE)

[&isAllowed=y](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2465/PROPUE)

- CEMEX. Diseño de mezclas de Concreto ACI COMITÉ 211. Disponible en:
https://www.academia.edu/40296179/Dise%C3%B1o_de_mezclas_de_Concreto_ACI_COMIT%C3%89_211?auto=download
- CUELLAR, Julio Cesar; SEQUEIROS, Walquer. Influencia del curado en la resistencia a la compresión del concreto preparado con cemento portland tipo I y cemento puzolánico tipo IP en la ciudad de Abancay – Apurímac (Tesis de pre grado) Abancay, Universidad Tecnológica de los Andes, 2017. Disponible en:
<http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/106/Tesis-Influencia%20del%20curado%20en%20la%20resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n%20del%20concreto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- DÍAZ, Jorge. Diseño de concreto f'c 140, 175 y 210 kg/cm², adicionando fibra de acero, utilizando agregado de la cantera Naranjillo, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, región San Martín. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto. 2018. Disponible en:
<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2724/42998.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ELKATATNY, Salaheldin and GAJBHIYE Rahul. Enhancing the cement quality using polypropylene fiber. Journal of Petroleum Exploration and Production Technology. 2019. Disponible en:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s13202-019-00804-4>
- ELSEVIER B.V. Evaluating plastic shrinkage and permeability of polypropylene fiber reinforced concrete. (Revisit Scientific). International Journal of Sustainable Built Environment. 2016. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212609015300789>.
 SCIENCEDIRECT..2016
- GHOSNI, Vessalas. Evaluation of Fresh Properties Effect on the Compressive Strength of Polypropylene Fibre Reinforced Polymer Modified Concrete. (Undergraduate thesis). University of Technology Sydney, New South Wales, Australia. 2014. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/300377060_Evaluation_of_fr

esh_properties_effect_on_the_compressive_strength_of_polypropylene_fibre_reinforced_polymer_modified_concrete

- GÓMEZ, Jesús; VILLASÍS Miguel Á.; MIRANDA María G.; El protocolo de investigación III: la población de estudio. (Artículo científico) Revista Alergia México. Mexico. 2016. Disponible en: <http://revistaalergia.mx/ojs/index.php/ram/article/view/181/309>
- GUTIERREZ, Laly. Concreto hidráulico en construcción y minería. (Revista científica) Posada Perú. 2017. Disponible en: <https://www.posada.pe/concreto-hidraulico/>
- HALWAY, Midrand. Cement & Concrete Institute. Portland Park. 2007. Disponible en: <http://www.imcyc.com/ct2007/feb07/problemas5.htm>
- HU, Xinyu and GUO, Yihong. The Mechanical Properties and Chloride Resistance of Concrete Reinforced with Hybrid Polypropylene and Basalt Fibres. (Scientific article). 2019. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6696440/>
- IJSRD - International Journal for Scientific Research & Development. Comparison and Evaluation of Compressive Strength of Steel Fibers, Polypropylene Fibers and Coir Fibers Modified Concrete. (Revisit Scientific).2019. Disponible en: <http://www.ijserd.com/articles/IJSRDV5I30913.pdf>
- IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering. Performance of Polypropylene Fibre Reinforced Concrete. (Scientific article). Estados Unidos. 2015. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/400c/9f502a295cad7a8830815e569fe72e7d63c0.pdf>
- KHAN, Saman. Mechanical properties of Polypropylene Fibre reinforced concrete for M 25 & M 30 mixes: A Comparative study. Integral University. India. 2015. Disponible en: <http://ijseas.com/volume1/v1i6/ijseas20150634.pdf>
- MTC Manual de Carreteras. 2014. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf
- MOHOD, Milind. Performance of Polypropylene Fibre Reinforced Concrete. (Scientific article). Journal of Mechanical and Civil Engineering. Canada

2015. Disponible en:
<https://pdfs.semanticscholar.org/400c/9f502a295cad7a8830815e569fe72e7d63c0.pdf>
- NETZSCH. Módulo de rotura. (Scientific article). Germany. 2010. Disponible en:
<https://www.netzsch-thermal-analysis.com/es/productos-soluciones/pruebas-de-refractarios/hmor-422-d3/>
- NORMA E.060 Concreto Armado. Lima. 2009. Disponible en:
<https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=190>
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.034. HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Lima. 2008. Disponible en: [https://nanopdf.com/download/ensayo-de-compresion-en-probetas cilindricas-de_pdf](https://nanopdf.com/download/ensayo-de-compresion-en-probetas-cilindricas-de_pdf)
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.078. CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. Lima. 2013. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/371812092/NTP-339-078-Ensayo-de-Flexion-pdf>
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.127. SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. Lima. 1998. Disponible en: <https://es.slideshare.net/yonerchavezburgos/contenido-de-humedad-ntp-339127-66868763>
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.128. SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. Lima. 1999. Disponible en: <https://es.slideshare.net/carolinaalesandra/analisis-granulometrico-por-tamizado>
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.022.13. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Lima. 2013. Disponible en: https://kupdf.net/download/ntp-4000222013-agregados-metodo-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-fino_59c03df208bbc5f314686f9e_pdf

- PILZ, Silvio; OLIVEIRA, Paola; REGOSO, Felipe IBRACON de Estruturas e Materiais. Pervious concrete: study of dosage and polypropylene fibers addiction. (Scientific article) São Paulo. Brasil. 2019. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-41952019000100101&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. Norma E0.60 Concreto Armado (R.N.E.). SENCICO. Lima. Perú. 2009. Disponible en: <https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=190>. ISBN: 978-9972-9433-4-8
- REYES, Gardy. Historia de la ingeniería civil. (Artículo Científico). 2016. Disponible en: <http://gardysreyes.tripod.com/historia.htm>
- REYNOSA, Morales Avaliação da sustentabilidade de tres métodos de produção de concreto com base no controle de qualidade. (Artículo científico). Revista ALCONPAT. México. 2017. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427649656007_5
- ROMERO, Nydia. Concreto reciclado: una revisión. (Artículo científico). Revista de Ingeniería Alconpat, 2017. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352015000300235#aff1
- SAEED, Rafid. A Case Study on Concrete Column Strength Improvement with different steel fibers and polypropylene fiber. (Undergraduate thesis). Jabir Ibn Hayyan Medical University, Najaf, Iraq. 2019. Disponible en: <http://www.jmrt.com.br/en-a-case-study-on-concrete-avance-S2238785419311445>
- S. K. SINGH. Polypropylene Fiber Reinforced Concrete (Scientific article). An Overview. 2011. Disponible en: <https://www.nbmcw.com/tech-articles/concrete/26929-pfr.html>
- SOLUTIONS. How to Evaluate Compressive Strength of Concret. Fprimec. (Revist Scientific). 2016. Disponible en: <https://www.fprimec.com/how-to-evaluate-compressive-strength-of-concrete/>
- UMACON. ¿Qué es el cemento Portland? (Artículo científico). Santa Isabel. 2017. Disponible en: <http://www.umacon.com/noticia.php/es/que-es-el-cemento-portland-tipos-y-caracteristicas/413>

- VINCENT Voon. Effect of concrete compressive strength with various natural additives fiber for green environment. Faculty of Civil Engineering and Earth Resources. Universiti Malaysia Pahang. 2010. Disponible en: http://umpir.ump.edu.my/id/eprint/3296/1/VINCENT_VOON_BOO_CHUA_N.PDF
- YANA Luhui AND SHUAISHUAI Wangb. Experimental Research on Mechanical Properties of Steel- UHMWPE Hybrid Fiber Reinforced Concrete. (Scientific article). National University of Defense Technology, Changsha, China. 2018. Disponible en: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/452/2/022102/pdf>
- WAHEED, Abdul y RAZA, Zishan. *Comparison and evaluation of the compressive strength of steel fibers, polypropylene fibers and fiber fibers Modified concrete*. (Artículo científico). Revista de IJSRD. 2017. Disponible en: <http://www.ijssrd.com/articles/IJSRDV5I30913.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Concreto MR=40kg/cm ² con adición de FPP	El concreto con fibra reforzado es una combinación de cemento, agregados, agua y fibras dispersas aleatoriamente, éstas forman internamente una red tridimensional dentro del concreto con la finalidad de dotarle características que éste carece. (Armas, 2016)	Es la proporción de mezcla que permite la dosificación para obtener las propiedades físicas adecuadas	Propiedades físicas y mecánicas	Contenido de humedad Ensayo de granulometría	Intervalo
			Diseño de mezcla para un concreto incorporando FPP	Procedimiento ACI 211	Intervalo
Módulo de rotura	Módulo de rotura también llamado resistencia a la flexión, Es la medida del esfuerzo máximo, en la fibra extrema, que se desarrolla al someter a una viga de concreto a la flexión. (Delgado, 2011)	Es la tensión máxima que puede soportar el concreto bajo una prueba de flexión de tres puntos.	Módulo de rotura	Aplicación de cargas a vigas de concreto a los 7, 14 y 28 días	Intervalo
Resistencia a la compresión	La resistencia a la compresión se determina a partir de ensayos de laboratorio en probetas estándar cargadas axialmente para monitorear la resistencia del concreto tanto para el control de calidad para la aceptación del concreto fabricado. (Ottazz, 2016)	Es el esfuerzo máximo que puede soportar el concreto bajo una carga de aplastamiento.	Capacidad para soportar una carga por unidad de área del concreto	Ensayo de esfuerzo a la compresión	Intervalo
			Costos y presupuesto	Análisis de Precio Unitario (APU)	Intervalo

Fuente: Elaboración propia

**PROYECTO : “INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FPP SOBRE EL MÓDULO DE
ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
MR=40KG/CM², MOYOBAMBA 2020”**

**EJECUTA : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO – LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS**

ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO F'C=280 Kg/cm²

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

F'C= 280 Kg/cm²

**PROYECTO : “Influencia de la adición de FPP sobre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto MR=40 kg/cm²,
Moyobamba 2020”**

SOLICITA : NOVOA RAFAEL MALÚ ARLETTI

DEPARTAMENTO : SAN MARTÍN

PROVINCIA : MOYOBAMBA

MOYOBAMBA – PERÚ

JULIO DEL 2020

I. GENERALIDADES

A solicitud de la tesista Malú Arletti Novoa Rafael se ha procedido a la elaboración del diseño de Mezcla de concreto $f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$, para el proyecto “Influencia de la adición de FPP sobre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto $MR = 40 \text{ kg/cm}^2$, Moyobamba 2020” y para ello se ha contado con materiales proporcionados por los solicitantes.

Se procedió a la recepción de los materiales como agregado de la cantera ubicado en el sector Santa Rosa del distrito de Naranjillo en la provincia de Rioja, los mismos que han sido analizados y ensayados para determinar las propiedades físicas y de resistencia con la finalidad el diseño solicitado.

Para la elaboración del Informe Técnico final, se ha contado con los resultados de los ensayos de Laboratorio (Mecánicas y físicas), cumpliendo con las especificaciones solicitadas por nuestro laboratorio con la finalidad de que el diseño se elabore en base a los requerimientos del proyecto.

II. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Existen estudios donde al diseño de mezcla lo incorporan porcentajes de fibra de polipropileno en función al peso de la mezcla con la finalidad de mejorar las propiedades mecánicas del concreto; por tanto, el presente informe, surge como necesidad de tener un diseño de mezcla con un $f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ para lo cual se lo incorporará fibra de polipropileno en porcentajes de 3%, 5% y 7%, que sustituirán parcialmente a la arena gruesa con la finalidad de determinar su comportamiento mecánico

III. TRABAJO REALIZADO

Diseño de Mezcla de concreto con una resistencia de 280 Kg/cm^2

IV. UBICACIÓN

El lugar donde se ha realizado los ensayos a las muestras obtenidas para el respectivo diseño se ubica en el laboratorio de mecánica de suelos y concreto de la Universidad de César Vallejo – Moyobamba.

V. OBJETIVO

Proporcionar información técnica acerca de los materiales ensayados (agregados), resumidos en un diseño de mezclas los mismos que serán utilizados para la utilización de las diversas estructuras conformantes del proyecto mencionado

VI. CARACTERÍSTICAS FÍSICA DE LOS MATERIALES UTILIZADOS

Materiales para el diseño

Cemento Portland Tipo V

Peso Específico	=	3.15 gr/cm ³
-----------------	---	-------------------------

Agregado Fino

Procedencia Cantera	=	"NARANJILLO"
Peso Específico	=	2.26 gr/cc
Peso Unitario Suelto	=	1578.21 kg/cm ³
Peso Unitario Compactado	=	1671.96 kg/m ³
% de Absorción	=	2.65%
Humedad Natural	=	7.24%
Módulo de Fineza	=	2.4

Agregado Grueso

Procedencia Cantera	=	"NARANJILLO"
Peso Específico	=	2.67 gr/cc
Peso Unitario Suelto	=	1263.5 kg/cm ³
Peso Unitario Compactado	=	1457.1 kg/cm ³
% de Absorción	=	0.84%
Humedad Natural	=	0.95%

Diseño de mezcla de 280 Kg/cm² cantera río Naranjillo

SLUM REQUERIDO	=	3" a 4"
TAMAÑO MAX. AGREGADO	=	¾"
VOL. UNITARIO DE AGUA	=	205 Lt

RELACIÓN a/c	=	0.47
CONTENIDO DE CEMENTO	=	367.12 kg/ m ³
VOL. AGREGADO GRUESO	=	1.01 m ³
% DE AIRE ATRAPADO	=	2%

Cantidad de Materiales en Volumen (pies³ por bolsa)

Cemento	=	1 pie ³ /bolsa
Agregado fino	=	1.43 pie ³ /bolsa
Agregado grueso	=	2.70 pie ³ /bolsa
Agua	=	20.25 litros/bolsa
Relación en p ³ o bolsa C: A: P	=	1: 1.43: 2.70

VII. CONCLUSIÓN

Los resultados mostrados son del diseño de mezcla, los cuales se calcularon tomando los parámetros establecidos en el método ACI 211, para el concreto $f'_c=280 \text{ Kg/cm}^2$ los cuales arrojaron como dosificación
C: 1P³ A: 1.43P³ P: 2.70P³

VIII. RECOMENDACIONES

Es preciso mencionar que el diseño adjunto ha sido realizado en el laboratorio teniendo en cuenta las especificaciones técnicas y dando la buena preparación de materiales y para tratar de llevarlos a la realidad se deberá tener en cuenta algunas consideraciones que mencionaremos a continuación

MATERIALES.- Los materiales son los elementos principales para un adecuado funcionamiento de los concretos por lo que se tendrá que tomar los cuidados necesarios para cumplir con las especificaciones que se ha tomado en cuenta en el diseño como:

- ✓ **CEMENTO:** Se deberá tener cuidado en el almacenamiento y manejo de este elemento de acuerdo a normas establecidas.

- ✓ **AGUA:** El uso de agua será integradamente potable, si en el caso de que no se utilice agua potable se deberá verificar la acidez de agua y propiedades químicas a fin de analizar que no pueda tener sustancias nocivas para el concreto.
- ✓ **AGREGADO FINO:** Se tendrá que controlar las sustancias dañinas y evitar las pérdidas de finos por lavado ya sea por agentes naturales o mecánicos, así mismo se deberá batir el material en el proceso de extracción para conseguir una gradación homogénea.
- ✓ **AGREGADO GRUESO:** Se tendrá que controlar la cantidad de finos y presencia de algún material nocivo para el concreto, así mismo realizar control granulométrico de acuerdo las condiciones que se presentan en obra.
- ✓ **TOMA DE MUESTRAS:** Deben incluir toda precaución que facilite la obtención de muestras que representan la verdadera naturaleza y condición del concreto, así mismo para la obtención de muestras en mezcladoras Fijas las muestras deben obtenerse pasando un recipiente a través de la corriente de descarga del mezclador aproximadamente en la mitad de la tanda desviando la corriente completamente para que descargue en el recipiente, debe obtenerse cuidado de no restringir el flujo del mezclador de manera que ocasione la segregación del concreto.
- ✓ **ELABORACIÓN Y CURADO DE TESTIGOS DE CONCRETO:** Para este procedimiento se deberá tener en cuenta las normas descritas como son ASTM C-192, se deberá cuidar el fraguado continuo durante 07 días. El pozo de curado no deberá exceder de los 23°C, en el caso de que sucediera se deberá estabilizar.
- ✓ **DOSIFICACIÓN:** Se recomienda el uso adecuado de elementos de dosificación, así mismo realizar un control de asentamiento de concreto.

IX. ANEXOS

ANEXO I

ENSAYOS DE LABORATORIO PARA AGREGADOS

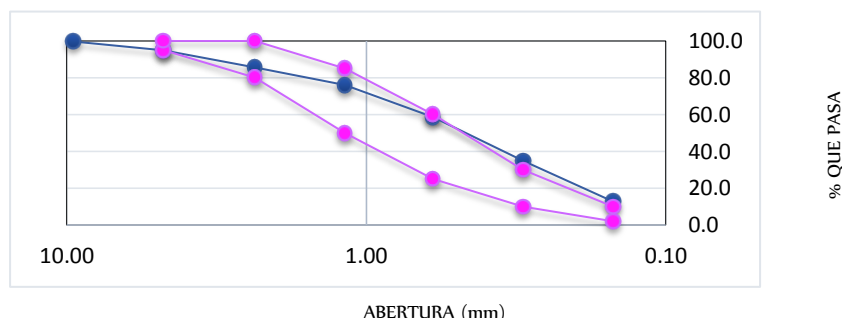


PROYECTO	Tesis: "Influencia de la adición de FPP sobre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto MR=40kg/cm ² , Moyobamba 2020"		
UBICACIÓN	Dep.: SAN MARTÍN	Prov.: MOYOBAMBA	Dist.: MOYOBAMBA
SOLICITANTE	Malú Arletti Novoa Rafael		
CANTERA	Naranjillo		
MATERIAL	Agregado fino		

CARACTERÍSTICA FÍSICA DE LOS AGREGADOS (AGREGADO FINO)

GRANULOMETRÍA		MODULO DE FINEZA							
DATOS DE ENSAYO									
PESO TOTAL		500 gr		M.F.		2.4			
Malla		Peso (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones ASTM-C33		Características Físicas	
Tamiz	mm								
3/8"	9.525	1.59	0.3	0.3	99.7			Diámetro nominal máximo	
No 4	4.760	23.28	4.7	5.0	95.0	95	100		
No 8	2.360	46.67	9.3	14.3	85.7	80	100	Módulo de finura	2.40
No 16	1.180	47.61	9.5	23.8	76.2	50	85		
No 30	0.600	87.25	17.5	41.3	58.7	25	60	Peso específico seco (gr/cc)	2.26
No 50	0.300	119.59	23.9	65.2	34.8	10	30		
No 100	0.150	110.28	22.1	87.3	12.7	2	10	Absorción (%)	2.65
<N° 100	0.000	63.73	12.7	100.0	0.0				
Peso total		500.00						Humedad (%)	7.24
								Peso Unitario Simple (Kg/m3)	1578.21
								Peso Unitario Compact. (Kg/m3)	1671.96

Curva Granulométrica



PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO				HUMEDAD NATURAL		
Procedimiento		Cálculos		Procedimiento		Tara N°
1. Peso de arena + peso de fiola + peso del agua		(gr)	693.04	1. Peso Tara		(gr) 38.74
2. Peso de arena + peso de fiola		(gr)	408.54	2. Peso Tara + Suelo Húmedo		(gr) 110.25
3. Peso del agua		(gr)	284.50	3. Peso Tara + Suelo Seco		(gr) 105.42
4. Peso de arena secado al horno + peso de fiola		(gr)	654.50	4. Peso Agua		(gr) 4.83
5. Peso de fiola		(gr)	167.50	5. Peso Suelo Seco		(gr) 66.68
6. Peso de arena secado al horno		(gr)	487.00	6. Contenido de Humedad		(%) 7.24
7. Peso de arena		(gr)	500.00			
8. Volumen del balón		(cc)	500.00			
Resultados		Cálculos				
9. Peso específico de masa		(gr/cc)	2.26			
10. Peso específico de masa sup. seca		(gr/cc)	2.32			
11. Peso específico aparente		(gr/cc)	2.40			
12. Porcentaje de absorción		(%)	2.65			



PROYECTO	Tesis: "Influencia de la adición de FPP sobre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto MR=40kg/cm ² , Moyobamba 2020"		
UBICACIÓN	Dep.: SAN MARTÍN	Prov.: MOYOBAMBA	Dist.: MOYOBAMBA
SOLICITANTE	Malú Arletti Novoa Rafael		
CANTERA	Naranjillo		
MATERIAL	Agregado fino		

CARACTERÍSTICA FÍSICA DE LOS AGREGADOS (AGREGADO GRUESO)

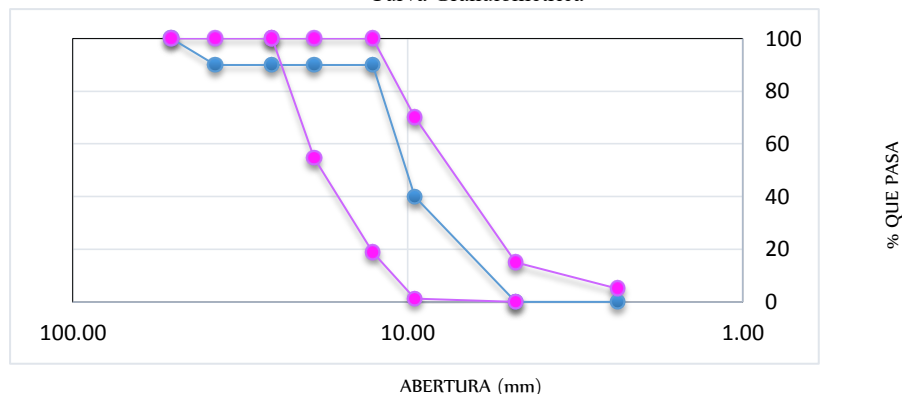
GRANULOMETRÍA

DATOS DE ENSAYO

PESO TOTAL 5000 gr

Malla		Peso (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones ASTM-C33		Características Físicas	
Tamiz	mm								
2"	50.800					100	100	Diámetro nominal máximo	3/4"
1 1/2"	37.500					90	100		
1 "	25.400	0.00	0.0	0.0	100.0	90	100	Módulo de finura	
3/4"	19.050	2269.70	45.4	45.4	54.6	90	100		
1/2"	12.700	1786.50	35.7	81.1	18.9	90	100	Peso específico seco (gr/cc)	2.67
3/8"	9.525	884.70	17.7	98.8	1.2	40	70		
No 4	4.760	59.10	1.2	100.0	0.0	0	15	Absorción (%)	0.84
No 8	2.360					0	5		
< N° 8	0.000							Humedad (%)	0.95
Peso total		5000.00							
								Peso Unitario Simple (Kg/m ³)	1263.5
								Peso Unitario Compact. (Kg/m ³)	1457.1

Curva Granulométrica



PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO			HUMEDAD NATURAL		
Procedimiento		Cálculos	Procedimiento		Tara N°
1. Peso de muestra secada al horno	(gr)	4958.20	1. Peso Tara	(gr)	191.11
2. Peso de muestra saturada con superficie seca	(gr)	5000.00	2. Peso Tara + Suelo Húmedo	(gr)	226.23
3. Peso de muestra saturada dentro del agua	(gr)	3145.00	3. Peso Tara + Suelo Seco	(gr)	225.9
Resultados		Cálculos	4. Peso Agua	(gr)	0.33
4. Peso específico de masa	(gr/cc)	2.67	5. Peso Suelo Seco	(gr)	34.79
5. Peso específico de masa superficialmente seca	(gr/cc)	2.7	6. Contenido de Humedad	(%)	0.95
6. Peso específico aparente	(gr/cc)	2.73			
7. Porcentaje de absorción	(%)	0.84			



PROYECTO		Tesis: "Influencia de la adición de FPP sobre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto MR=40kg/cm2, Moyobamba 2020"			
UBICACIÓN	Dep.: SAN MARTÍN	Prov.: MOYOBAMBA	Dist.: MOYOBAMBA		
SOLICITANTE	Malú Arletti Novoa Rafael				
CANTERA	Naranjillo				
MATERIAL	Agregado fino				
PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO					
Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso de molde + material	(Kg)	6.108	6.068	6.464	6.237
2. Peso de molde	(Kg)	1.669	1.669	1.669	1.669
3. Peso del material	(Kg)	4.439	4.399	4.795	4.568
4. Volumen del molde	(m3)	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
5. Peso unitario	(Kg/m3)	1585	1571	1713	1631
6. Peso unitario promedio	(Kg/m3)	1578.2		1672.0	
PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO					
Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso de molde + material	(Kg)	16.837	16.896	18.548	18.863
2. Peso de molde	(Kg)	4.863	4.863	4.863	4.863
3. Peso del material	(Kg)	11.974	12.033	13.685	14.000
4. Volumen del molde	(m3)	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095
5. Peso unitario	(Kg/m3)	1260	1267	1441	1474
6. Peso unitario promedio	(Kg/m3)	1263.5		1457.1	

ANEXO II

DISEÑO DE MEZCLAS MÉTODO ACI



PROYECTO	Tesis: "Influencia de la adición de FPP sobre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto MR=40kg/cm ² , Moyobamba 2020"		
UBICACIÓN	Dep.: SAN MARTÍN	Prov.: MOYOBAMBA	Dist.: MOYOBAMBA
SOLICITANTE	Malú Arletti Novoa Rafael		
CANTERA	Naranjillo		

DISEÑO DE MEZCLAS MÉTODO ACI - COMITÉ 211

A. REQUERIMIENTO

Resistencia Especificada	:	280 Kg/cm ²
Uso	:	Losa de pavimento
Cemento	:	Tipo V
Pe cemento	:	3.15gr/cm ³

AGREGADOS	FINOS	GRUESOS
Contenido de humedad (%)	7.24	0.95
Porcentaje de absorción (%)	2.65	0.84
Peso unitario simple (Kg/m ³)	1578.21	1263.53
Peso unitario compactado (Kg/m ³)	1671.96	1457.11
Peso específico (Kg/m ³)	2260	2670
Módulo de fineza	2.4	
Tamaño máximo nominal	3/4"	

1. Resistencia Requerida F'cr

$$F'_{cr} = 364 \text{ Kg/cm}^2$$

2. Contenido de aire

$$\text{aire} = 2 \%$$

3. Volumen unitario de agua

$$a = 205 \text{ Lt/m}^3$$

4. Relación agua/cemento (por resistencia F'cr)

$$\begin{array}{ccc} F'_{cr} = 364 \text{ Kg/cm}^2 & & \\ \begin{array}{cc} 350 & 0.48 \\ 364 & x \\ 400 & 0.43 \end{array} & \frac{300 - 294}{0.55 - x} = \frac{300 - 250}{0.55 - 0.62} & x = 0.47 \text{ a/c} \end{array}$$

5. Factor cemento

$$\frac{205}{C} \cdot 0.47 \quad \text{factor cemento} = \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{relacion agua cemento}} = \frac{205}{0.56}$$

$$C = 439.91 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Factor C} = 10.4 \text{ bolsas/m}^3$$

6. Peso de agregado grueso

$$\begin{aligned} \text{Peso del a. g. seco} &= \text{Vol. del a. g. seco compactado (tabla)} \\ &\quad * \text{Peso unitario seco compactado (Dat. Lab)} \end{aligned}$$

$$\text{Peso del a. g.} = 961.69 \text{ Kg/m}^3$$

7. Volúmenes absolutos

$$* \text{Cemento} = \frac{\text{Factor cemento}}{\text{Peso específico del cemento}}$$



$$\begin{aligned} \text{Cemento} &= 0.140 \text{ m}^3 \\ * \text{Agua} &= \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{Peso específico del agua}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agua} &= 0.205 \text{ m}^3 \\ * \text{Aire 2\%} & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Aire} &= 0.02 \text{ m}^3 \\ * \text{Agregado Grueso} &= \frac{\text{Peso del a. g. seco}}{\text{Peso específico del a. g.}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso} &= 0.360 \text{ m}^3 \\ \Sigma \text{ Vol. Absoluto Conocido} &= 0.725 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

8. Contenido de Agregado Fino

$$\begin{aligned} \text{Vol. abs. del a.f.} &= 0.275 \text{ m}^3 \\ \text{Peso de A.F.} &= 621.86 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

9. Valores de diseño de mezcla en estado seco

$$\begin{aligned} \text{Cemento} &= 439.91 \text{ Kg} \\ \text{Agregado fino} &= 621.86 \text{ Kg} \\ \text{Agregado grueso} &= 961.69 \text{ Kg} \\ \text{Agua} &= 205 \text{ Lt} \end{aligned}$$

10. Corrección por humedad de los agregados $\text{Peso seco} * (\frac{w\%}{100} + 1)$

$$\begin{aligned} \text{Agregado fino} &= 674.09 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado fino} &= 666.91 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado grueso} &= 961.69 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado grueso} &= 970.81 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

Humedad superficial de los agregados

$$\begin{aligned} \text{Agregado fino} &= 4.59 \% \\ \text{Agregado grueso} &= 0.11 \% \end{aligned}$$

11. Aporte de agua a la mezcla $\frac{(w\% - \%abs) * \text{agregado seco}}{100}$

$$\begin{aligned} \text{Agregado fino} &= 30.60 \text{ Lt.} \\ \text{Agregado grueso} &= 1.05 \text{ Lt.} \\ &= 31.66 \end{aligned}$$

12. Agua efectiva

$$\text{Agua} = 173.34$$

13. Diseño efectivo en peso

$$\begin{aligned} \text{Cemento} &= 439.91 \text{ Kg/m}^3 \\ \text{Agregado fino} &= 621.86 \text{ Kg/m}^3 \\ \text{Agregado grueso} &= 961.69 \text{ Kg/m}^3 \\ \text{Agua} &= 173.34 \text{ Lt/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &10.87 \text{ bolsas} \\ &0.65 \text{ m}^3 \\ &1.01 \text{ m}^3 \\ &0.18 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$1.66$$

14. Tanda de laboratorio en m3

$$\text{Cemento} = 10.35 \text{ Kg}$$



Agregado fino	=	14.63	Kg
Agregado grueso	=	22.63	Kg
Agua	=	4.08	Lt

15. Dosificación del diseño en peso

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
1 m ³	1.71 m ³	2.64 m ³	20.25 lt/bolsa

CONVERSIÓN DE DOSIFICACIÓN DE PESO A VOLUMEN

I. Pesos unitarios sueltos húmedos del agregado

Agregado fino húmedo	=	1793.07	kg/m ³
Agregado grueso húmedo	=	1470.93	kg/m ³

II. Pesos del pie cúbico del agregado

Cemento	=	42.50	kg/pie ³
Agregado fino húmedo	=	50.77	kg/pie ³
Agregado grueso húmedo	=	41.65	kg/pie ³
Agua	=	20.25	lt/pie ³

III. Peso por tanda de un saco

* Cemento	=	42.50	Kg/saco
* Agregado fino	=	72.65	Kg/saco
* Agregado grueso	=	112.35	Kg/saco
* Agua	=	20.25	Lt/saco

IV. Dosificación del diseño en volumen

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
1 pie ³ /saco	1.43 p ³ /saco	2.70 p ³ /saco	20.25 lt/saco



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN MÉTODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación	F'c=280 Kg/cm ²		
Asentamiento	3" - 4"		
Relación a/c de diseño	0.56		
Proporciones en peso	1 m ³	1.85	2.64
Cemento: arena: piedra			

CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	367.1	Kg
Arena	674.1	Kg
Piedra	961.69	Kg
Agua	170.77	Lt.

CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	42.5	Kg
Arena	50.77	Kg
Piedra	41.65	Kg
Agua	19.77	Lt/bolsa

PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	1	1.54	2.67
Cemento: arena: piedra			
Agua	19.77	Lt/bolsa	

**PROYECTO : “INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FPP SOBRE EL MÓDULO DE
ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
MR=40KG/CM², MOYOBAMBA 2020”**

**EJECUTA : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO – LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS**

ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (ASTM C-39)

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (ASTM C-39)

**PROYECTO : “Influencia de la adición de FPP sobre el módulo de rotura
y la resistencia a la compresión del concreto MR=40 kg/cm²,
Moyobamba 2020”**



SOLICITA : NOVOA RAFAEL MALÚ ARLETTI

DEPARTAMENTO : SAN MARTÍN

PROVINCIA : MOYOBAMBA

**MOYOBAMBA – PERÚ
JULIO DEL 2020**

I. GENERALIDADES

El ensayo a la compresión del concreto es un método muy utilizado porque con él se puede verificar si el concreto utilizado en obras civiles, logra los requerimientos y especificaciones de acuerdo a las proporciones determinadas en el diseño de mezcla. Este ensayo se considera un método destructivo porque es necesario la rotura de probetas para determinar su resistencia a la compresión. La forma de la probeta para este ensayo por lo general es cilíndrica siendo sus dimensiones probetas cilíndricas de 150mmx300mm.

II. OBJETIVO

Mostrar los valores obtenidos en el laboratorio que representan ser las bases de la resistencia de selección de las proporciones de concreto con calidades de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y proporciones de concreto con calidades de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ incorporando fibra de polipropileno en reemplazo parcial al agregado fino a los 7, 14 y 28 días.

III. ENSAYOS DE ELABORACIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO

3.1. EQUIPOS

Moldes: Debe ser de hierro forjado, no absorbente y que no reaccione con el cemento. Antes de usarse los moldes deben ser cubiertos ligeramente con un agente separador. (Aceite, petróleo, etc.)

Varilla: debe ser de hierro liso con diámetro de 5/8", 60cm, de largo y uno de sus extremos romo.

Equipos adicionales: Guantes protectores de goma, plancha de metal y deposito que contenga el integro de la mezcla a colocar en la probeta (una carretilla o buggi cumple con este requerimiento)

3.2. RANGO PERMITIBLE DEL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN

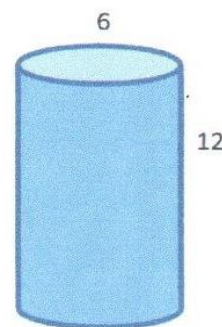
Días	Porcentaje
01 día	25 – 35%
03 días	42 – 53%
07 días	70 – 85%
14 días	85 – 95%
21 días	95 – 100%
28 días	> 100%

IV. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS PROBETAS DE CONCRETO

4.1. Procedimiento para realizar probetas cilíndricas con concreto convencional MR= 40 kg/cm².

Paso N° 1: Volumen del molde de la probeta cilíndrica

Diámetro	15	cm
Altura	30	cm
Área	1590.44	cm
Volumen (cm ³)	5301.45	cm ³
Volumen (m ³)	0.0053	m ³
Desperdicio	3	%
Desperdicio	1.03	



Paso N° 2: Se pesan los materiales (cemento, arena gruesa, piedra chancada) y se mide la cantidad de agua potable

Número de Probetas	3
Cemento	7.21 Kg
Agregado fino	10.19 Kg
Agregado grueso	15.75 Kg
Agua	2.84 Lt

Paso N° 3: Mezcla de los materiales para el concreto convencional $f'c=280$ kg/cm² y prueba del asentamiento “slump”, colocando el molde sobre una superficie rígida, horizontal, nivelada y libre de vibración.

Paso N° 4: Llenar los moldes de las probetas cilíndricas con la mezcla, con tres capas de igual volumen. En la última capa agregar la cantidad de concreto suficiente para que el molde quede lleno después de la compactación; cada capa debe ser compactada con

25 penetraciones de la varilla, distribuyéndolas uniformemente en forma de espiral y terminando en el centro. Después de compactar cada capa golpear a los lados del molde ligeramente unos 10 a 15 veces con martillo de goma, para liberar las burbujas de aire. Después de elaborar las probetas se transportaran a un lugar de almacenamiento donde deberán permanecer sin ser perturbadas durante el periodo de curado. Se preparó tres (03) probetas cilíndricas convencionales de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, para evaluar la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días.

Paso N° 5: Desmoldar y curar las probetas de concreto con agua potable. Las probetas se retirarán de los moldes entre las 18 horas después de moldeadas. Posteriormente se marcara en la parte superior las anotaciones para poder identificar los especímenes para finalmente pasar el curado.

Paso N° 6: Rotura de probeta $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (convencional) a los 7, 14 y 28 días de edad

Resultado: la rotura de la probeta cilíndrica convencional alcanzó una resistencia de:

A los 07 días : $f'c = 208.75 \text{ kg/cm}^2$

A los 14 días : $f'c = 245.48 \text{ kg/cm}^2$

A los 28 días : $f'c = 285.34 \text{ kg/cm}^2$

4.2. Procedimiento para realizar probetas cilíndricas para un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, incorporando 3% de fibra de polipropileno reemplazando el agregado fino (arena).

Paso N° 1: Preparación de la fibra de polipropileno para ser agregado al concreto.

Paso N° 2: Se pesan los materiales (cemento, arena gruesa, piedra chancada, 3% fibras de polipropileno), y se mide la cantidad de agua potable.

Dosificación para concreto con porcentajes de fibra de polipropileno en reemplazo de arena gruesa (3% de fibra de polipropileno en reemplazo de la arena gruesa)

10.19 Kg. De arena representa el 100%, por tanto:

3%	0.31	Kg de fibra de polipropileno
97%	9.88	Kg de arena

Paso N° 3: Mezcla de los materiales para el concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de 3% de fibra de polipropileno reemplazando al agregado fino, y prueba de asentamiento "SLUMP", colocando el molde sobre una superficie rígida, horizontal, nivelada y libre de vibración.

Paso N° 4: Llenar los moldes de las probetas cilíndricas con la mezcla, con tres capas de igual volumen.

Paso N° 5: Desmoldar y curar las probetas cilíndricas de concreto con agua potable.

Paso N° 6: Rotura de probetas a los 7, 14 y 28 días de edad con el 3% de fibra de polipropileno reemplazando al agregado fino para un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Resultado: la rotura de las probetas con incorporación del 3% de fibras de polipropileno reemplazando parcialmente al agregado fino para un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, alcanzó una resistencia de:

A los 07 días : $f'c = 215.94 \text{ kg/cm}^2$

A los 14 días : $f'c = 255.45 \text{ kg/cm}^2$

A los 28 días : $f'c = 293.34 \text{ kg/cm}^2$

4.3. Procedimiento para realizar probetas cilíndricas para un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, incorporando 5% de fibra de polipropileno reemplazando el agregado fino (arena)

Paso N° 1: preparación de la fibra de polipropileno para ser agregado al concreto.

Paso N° 2: se pesan los materiales (cemento, arena gruesa, piedra chancada, 5 % fibras de polipropileno), y se mide la cantidad de agua potable.

Dosificación para concreto con porcentajes de fibra de polipropileno en reemplazo de arena gruesa (5% de fibra de polipropileno en reemplazo de la arena gruesa)

10.19 Kg. De arena representa el 100%, por tanto:

5%	0.51	Kg de fibra de polipropileno
95%	9.68	Kg de arena

Paso N° 3: Mezcla de los materiales para el concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de 5% de fibra de polipropileno reemplazando al agregado fino, y prueba de asentamiento "SLUMP", colocando el molde sobre una superficie rígida, horizontal, nivelada y libre de vibración.

Paso N° 4: Llenar los moldes de las probetas cilíndricas con la mezcla, con tres capas de igual volumen.

Paso N° 5: Desmoldar y curar las probetas de concreto con agua potable.

Paso N° 6: Rotura de probetas cilíndricas a los 7, 14 y 28 días de edad con el 5% de fibra de polipropileno reemplazando al agregado fino para un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Resultado: La rotura de las probetas con incorporación del 5% de fibras de polipropileno reemplazando parcialmente al agregado fino para un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, alcanzó una resistencia de:

A los 07 días : $f'c = 228.40 \text{ kg/cm}^2$

A los 14 días : $f'c = 264.29 \text{ kg/cm}^2$

A los 28 días : $f'c = 306.13 \text{ kg/cm}^2$

4.4. Procedimiento para realizar probetas cilíndricas para un concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, incorporando 7% de fibra de polipropileno reemplazando el agregado fino (arena)

Paso N° 1: Preparación de la fibra de polipropileno para ser agregado al concreto.

Paso N° 2: Se pesan los materiales (cemento, arena gruesa, piedra chancada, 7% fibras de polipropileno), y se mide la cantidad de agua potable.

Dosificación para concreto con porcentajes de fibra de polipropileno en reemplazo de arena gruesa (7% de fibra de polipropileno en reemplazo de la arena gruesa)

10.19 Kg. De arena representa el 100%, por tanto:

7%	0.51	Kg de fibra de polipropileno
93%	9.68	Kg de arena

Paso N° 3: Mezcla de los materiales para el concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de 7% de fibra de polipropileno reemplazando al agregado fino, y prueba de asentamiento "SLUMP", colocando el molde sobre una superficie rígida, horizontal, nivelada y libre de vibración.

Paso N° 4: Llenar los moldes de las probetas cilíndricas con la mezcla, con tres capas de igual volumen.

Paso 5: Desmoldar y curar las probetas de concreto con agua potable.

Paso 6: Rotura de probetas a los 7, 14 y 28 días de edad con el 7% de fibra de polipropileno reemplazando al agregado fino para un concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

Resultado: la rotura de las probetas con incorporación del 7% de fibras de polipropileno reemplazando parcialmente al agregado fino para un concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$, alcanzó una resistencia de:

A los 07 días : $f'c= 234.87\text{ kg/cm}^2$

A los 14 días : $f'c= 274.11\text{ kg/cm}^2$

A los 28 días : $f'c= 316.59\text{ kg/cm}^2$

RESULTADOS DE LABORATORIO



PROYECTO Tesis: "Influencia de la adición de FPP sobre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto MR=40kg/cm², Moyobamba 2020"
UBICACIÓN Dep.: SAN MARTÍN Prov.: MOYOBAMBA Dist.: MOYOBAMBA
SOLICITANTE Malú Arletti Novoa Rafael
CANTERA Naranjillo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

TESTIGO		FECHA		EDAD DÍAS	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	% OBTENIDO	
Nº	ELEMENTO	VACIADO	ROTURA		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	% PROMEDIO
1	PATRON (0%)	04/05/2020	11/05/2020	7	35700.00	14.98	176.24	202.56	280	72.34	73.51
2	PATRON (0%)	04/05/2020	11/05/2020	7	36288.00	14.97	176.01	206.17	280	73.63	
3	PATRON (0%)	04/05/2020	11/05/2020	7	36742.00	14.97	176.01	208.75	280	74.55	
4	ADICION 3% DE FPP	04/05/2020	11/05/2020	7	38109.00	14.99	176.48	215.94	280	77.12	76.52
5	ADICION 3% DE FPP	04/05/2020	11/05/2020	7	37520.00	14.96	175.77	213.46	280	76.23	
6	ADICION 3% DE FPP	04/05/2020	11/05/2020	7	37560.00	14.97	176.01	213.40	280	76.21	
7	ADICION 5% DE FPP	05/05/2020	12/05/2020	7	38770.00	14.98	176.24	219.98	280	78.56	80.07
8	ADICION 5% DE FPP	05/05/2020	12/05/2020	7	40200.00	14.97	176.01	228.40	280	81.57	
9	ADICION 5% DE FPP	05/05/2020	12/05/2020	7	39569.00	14.99	176.48	224.21	280	80.08	
10	ADICION 7% DE FPP	05/05/2020	12/05/2020	7	41068.00	14.97	176.01	233.33	280	83.33	83.54
11	ADICION 7% DE FPP	05/05/2020	12/05/2020	7	41214.00	14.99	176.48	233.53	280	83.41	
12	ADICION 7% DE FPP	05/05/2020	12/05/2020	7	41450.00	14.99	176.48	234.87	280	83.88	



PROYECTO Tesis: "Influencia de la adición de FPP sobre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto MR=40kg/cm², Moyobamba 2020"
UBICACIÓN Dep.: SAN MARTÍN Prov.: MOYOBAMBA Dist.: MOYOBAMBA
SOLICITANTE Malú Arletti Novoa Rafael
CANtera Naranjillo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

TESTIGO		FECHA		EDAD DÍAS	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	% OBTENIDO	
Nº	ELEMENTO	VACIADO	ROTURA		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	% PROMEDIO
1	PATRON (0%)	04/05/2020	28/05/2020	14	42575.00	14.97	176.01	241.89	280	86.39	87.01
2	PATRON (0%)	04/05/2020	28/05/2020	14	42914.00	14.98	176.24	243.49	280	86.96	
3	PATRON (0%)	04/05/2020	28/05/2020	14	43323.00	14.99	176.48	245.48	280	87.67	
4	ADICION 3% DE FPP	04/05/2020	28/05/2020	14	45022.00	14.98	176.24	255.45	280	91.23	90.53
5	ADICION 3% DE FPP	04/05/2020	28/05/2020	14	44492.00	14.97	176.01	252.78	280	90.28	
6	ADICION 3% DE FPP	04/05/2020	28/05/2020	14	44335.00	14.96	175.77	252.23	280	90.08	
7	ADICION 5% DE FPP	05/05/2020	29/05/2020	14	46257.00	14.96	175.77	263.16	280	93.99	94.19
8	ADICION 5% DE FPP	05/05/2020	29/05/2020	14	46580.00	14.98	176.24	264.29	280	94.39	
9	ADICION 5% DE FPP	05/05/2020	29/05/2020	14	46420.00	14.97	176.01	263.74	280	94.19	
10	ADICION 7% DE FPP	05/05/2020	29/05/2020	14	47798.00	14.95	175.54	272.29	280	97.25	97.52
11	ADICION 7% DE FPP	05/05/2020	29/05/2020	14	48132.00	14.99	176.48	272.73	280	97.41	
12	ADICION 7% DE FPP	05/05/2020	29/05/2020	14	48182.00	14.96	175.77	274.11	280	97.90	



PROYECTO	Tesis: "Influencia de la adición de FPP sobre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto MR=40kg/cm2, Moyobamba 2020"										
UBICACIÓN	Dep.: SAN MARTÍN		Prov.: MOYOBAMBA					Dist.: MOYOBAMBA			
SOLICITANTE	Malú Arletti Novoa Rafael										
CANTERA	Naranjillo										

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

TESTIGO		FECHA		EDAD DÍAS	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	% OBTENIDO	
Nº	ELEMENTO	VACIADO	ROTURA							%	% PROMEDIO
1	PATRON (0%)	04/05/2020	01/06/2020	28	49594.00	14.99	176.48	281.02	280	100.36	101.25
2	PATRON (0%)	04/05/2020	01/06/2020	28	50145.00	14.99	176.48	284.14	280	101.48	
3	PATRON (0%)	04/05/2020	01/06/2020	28	50290.00	14.98	176.24	285.34	280	101.91	
4	ADICION 3% DE FPP	04/05/2020	01/06/2020	28	51630.00	14.97	176.01	293.34	280	104.76	104.55
5	ADICION 3% DE FPP	04/05/2020	01/06/2020	28	51592.00	14.97	176.01	293.12	280	104.69	
6	ADICION 3% DE FPP	04/05/2020	01/06/2020	28	51290.00	14.96	175.77	291.80	280	104.21	
7	ADICION 5% DE FPP	05/05/2020	02/06/2020	28	53033.00	14.99	176.48	300.51	280	107.32	108.35
8	ADICION 5% DE FPP	05/05/2020	02/06/2020	28	53954.00	14.98	176.24	306.13	280	109.33	
9	ADICION 5% DE FPP	05/05/2020	02/06/2020	28	53487.00	14.98	176.24	303.48	280	108.39	
10	ADICION 7% DE FPP	05/05/2020	02/06/2020	28	54223.00	14.97	176.01	308.07	280	110.02	111.52
11	ADICION 7% DE FPP	05/05/2020	02/06/2020	28	54865.00	14.96	175.77	312.13	280	111.48	
12	ADICION 7% DE FPP	05/05/2020	02/06/2020	28	55722.00	14.97	176.01	316.59	280	113.07	

**PROYECTO : “INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FPP SOBRE EL MÓDULO DE
ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
MR=40KG/CM², MOYOBAMBA 2020”**

**EJECUTA : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO – LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS**

ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (ASTM C-78)

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (ASTM C-78)

**PROYECTO : “Influencia de la adición de FPP sobre el módulo de rotura
y la resistencia a la compresión del concreto MR=40 kg/cm²,
Moyobamba 2020”**



SOLICITA : NOVOA RAFAEL MALÚ ARLETTI

DEPARTAMENTO : SAN MARTÍN

PROVINCIA : MOYOBAMBA

MOYOBAMBA – PERÚ
JULIO DEL 2020

i. GENERALIDADES

El ensayo a la flexión del concreto es un método muy utilizado porque con él se puede verificar si el concreto utilizado en pavimentos, logra los requerimientos y especificaciones de acuerdo a las proporciones determinadas en el diseño de mezcla. La forma de las probetas para este ensayo por lo general es prismático siendo sus dimensiones 150mmx150mmx530mm.

ii. OBJETIVO

Mostrar los valores obtenidos en el laboratorio que representan ser las bases de la resistencia de selección de las proporciones de concreto con calidades de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y proporciones de concreto con calidades de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ incorporando fibra de polipropileno en reemplazo parcial al agregado fino a los 7, 14 y 28 días.

iii. ENSAYOS DE ELABORACIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO

3.1. EQUIPOS

Moldes: Debe ser de hierro forjado, no absorbente y que no reaccione con el cemento. Antes de usarse los moldes deben ser cubiertos ligeramente con un agente separador. (Aceite, petróleo, etc.)

Varilla: debe ser de hierro liso con diámetro de 5/8", 60cm, de largo y uno de sus extremos romo.

Equipos adicionales: Guantes protectores de goma, plancha de metal y deposito que contenga el integro de la mezcla a colocar en la probeta (una carretilla o buggy cumple con este requerimiento)

3.2. RANGO PERMITIBLE DEL ESFUERZO A LA FLEXIÓN

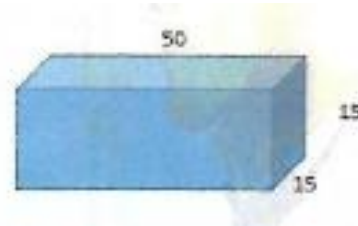
Días	Especificaciones Técnicas
07 días	70 – 85%
14 días	85 – 95%
21 días	95 – 100%
28 días	> 100%

iv. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LOS ESPECIMENES DE CONCRETO

4.1. Procedimiento para realizar probetas prismáticas con concreto convencional $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Paso N° 1: Dimensionar el molde prismático determinar su volumen

Base	:	15 cm
Altura	:	15 cm
Largo	:	53 cm
Volumen (cm ³)	:	119250 cm ³
Volumen (m ³)	:	0.01193 m ³
Desperdicio	:	3%
Desperdicio	:	1.03



Paso N° 2: Se pesan los materiales (cemento, arena gruesa, piedra chancada) y se mide la cantidad de agua potable

N° de Vigas	3	
Cemento	16.21	Kg
Agregado fino	22.91	Kg
Agregado grueso	35.44	Kg
Agua	6.39	Lt

Paso N° 3: Mezcla de los materiales para el concreto convencional $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y prueba del asentamiento “slump”, colocando el molde sobre una superficie rígida, horizontal, nivelada y libre de vibración.

Paso N° 4: Llenar los moldes de las probetas prismáticas con la mezcla, con dos capas de igual volumen.

Paso N° 5: Desmoldar las probetas prismáticas y curar con agua potable.

Resultado: La rotura de la probeta convencional alcanzó un Módulo de rotura de:

A los 07 días : Mr= 29.68 kg/cm²

A los 14 días : Mr= 35.01 kg/cm²

A los 28 días : Mr= 40.87 kg/cm²

4.2. Procedimiento para realizar probetas prismáticas para un concreto $f'c = 280$ kg/cm², incorporando 3% de fibra de polipropileno reemplazando el agregado fino (arena).

Paso N° 1: Preparación de la fibra de polipropileno para ser agregado al concreto.

Paso N° 2: Se pesan los materiales (cemento, arena gruesa, piedra chancada, 3% fibras de polipropileno), y se mide la cantidad de agua potable.

Dosificación para concreto con porcentajes de fibra de polipropileno en reemplazo de arena gruesa (3% de fibra de polipropileno en reemplazo de la arena gruesa)

22.91 Kg. De arena representa el 100%, por tanto:

3%	0.69	Kg de fibra de polipropileno
97%	22.23	Kg de arena

Paso N° 3: Mezcla de los materiales para el concreto $f'c = 280$ kg/cm² con incorporación de 3% de fibra de polipropileno reemplazando al agregado fino, y prueba de asentamiento "SLUMP", colocando el molde sobre una superficie rígida, horizontal, nivelada y libre de vibración.

Paso N° 4: Llenar los moldes de las probetas prismáticas con la mezcla, con dos capas de igual volumen.

Paso N° 5: Desmoldar y curar las probetas de concreto con agua potable.

Paso N° 6: Rotura de probetas convencionales a los 7, 14 y 28 días de edad con el 3% de fibra de polipropileno reemplazando al agregado fino para un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Resultado: La rotura de las probetas prismáticas con incorporación parcial del 3% de fibras de polipropileno en reemplazo parcial del agregado fino para un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, alcanzó una resistencia de:

A los 07 días : $Mr = 31.04 \text{ kg/cm}^2$

A los 14 días : $Mr = 36.35 \text{ kg/cm}^2$

A los 28 días : $Mr = 41.72 \text{ kg/cm}^2$

4.5. Procedimiento para realizar probetas cilíndricas para un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, incorporando 5% de fibra de polipropileno reemplazando el agregado fino (arena)

Paso N° 1: Preparación de la fibra de polipropileno para ser agregado al concreto.

Paso N° 2: Se pesan los materiales (cemento, arena gruesa, piedra chancada, 5 % fibras de polipropileno), y se mide la cantidad de agua potable.

Dosificación para concreto con porcentajes de fibra de polipropileno en reemplazo de arena gruesa (5% de fibra de polipropileno en reemplazo de la arena gruesa)

22.91 Kg. De arena representa el 100%, por tanto:

5%	1.15	Kg de fibra de polipropileno
95%	21.77	Kg de arena

Paso N° 3: Mezcla de los materiales para el concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de 5% de fibra de polipropileno reemplazando al agregado fino, y prueba de asentamiento "SLUMP", colocando el molde sobre una superficie rígida, horizontal, nivelada y libre de vibración.

Paso N° 4: Llenar los moldes de las probetas prismáticas con la mezcla, con dos capas de igual volumen.

Paso N° 5: Desmoldar y curar las probetas de concreto con agua potable.

Paso N° 6: Rotura de probetas convencionales a los 7, 14 y 28 días de edad con el 5% de fibra de polipropileno reemplazando al agregado fino para un concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$.

Resultado: La rotura de las probetas prismáticas con incorporación parcial del 5% de fibras de polipropileno en reemplazo parcial del agregado fino para un concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$, alcanzó una resistencia de:

A los 07 días : $Mr= 32.47 \text{ kg/cm}^2$

A los 14 días : $Mr= 37.69 \text{ kg/cm}^2$

A los 28 días : $Mr= 43.31 \text{ kg/cm}^2$

4.6. Procedimiento para realizar probetas cilíndricas para un concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, incorporando 7% de fibra de polipropileno reemplazando el agregado fino (arena)

Paso N° 1: Preparación de la fibra de polipropileno para ser agregado al concreto.

Paso N° 2: Se pesan los materiales (cemento, arena gruesa, piedra chancada, 7% fibras de polipropileno), y se mide la cantidad de agua potable.

Dosificación para concreto con porcentajes de fibra de polipropileno en reemplazo de arena gruesa (7% de fibra de polipropileno en reemplazo de la arena gruesa)

22.91 Kg. De arena representa el 100%, por tanto:

7%	1.60	Kg de fibra de polipropileno
93%	21.31	Kg de arena

Paso N° 3: Mezcla de los materiales para el concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de 7% de fibra de polipropileno reemplazando al agregado fino, y prueba de asentamiento "SLUMP", colocando el molde sobre una superficie rígida, horizontal, nivelada y libre de vibración.

Paso N° 4: Llenar los moldes de las probetas prismáticas con la mezcla, con tres capas de igual volumen.

Paso N° 5: Desmoldar y curar las probetas de concreto con agua potable.

Paso N° 6: Rotura de probetas convencionales a los 7, 14 y 28 días de edad con el 5% de fibra de polipropileno reemplazando al agregado fino para un concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$.

Resultado: La rotura de las probetas prismáticas con incorporación parcial del 5% de fibras de polipropileno en reemplazo parcial del agregado fino para un concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$, alcanzó una resistencia de:

A los 07 días : $Mr= 33.69 \text{ kg/cm}^2$

A los 14 días : $Mr= 39.00 \text{ kg/cm}^2$

A los 28 días : $Mr= 44.05 \text{ kg/cm}^2$

RESULTADOS DE LABORATORIO



PROYECTO Tesis: "Influencia de la adición de FPP sobre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto MR=40kg/cm², Moyobamba 2020"
UBICACIÓN Dep.: SAN MARTÍN
SOLICITANTE Malú Arletti Novoa Rafael
CANTERA Naranjillo

Prov.: MOYOBAMBA **Dist.: MOYOBAMBA**

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN

TESTIGO		FECHA		EDAD DÍAS	BASE (cm)			PERALTE (cm)			PROMEDIO		LONG.	P (Carga máx.)	Mr	Mr Diseño	%	% PROM
N°	ELEMENTO	MOLDEO	ROTURA		b1	b2	b3	h1	h2	h3	b	h	l	kg	kg/cm ²	kg/cm ²		
1	PATRON (0%)	04/05/20	11/05/20	7	14.99	14.99	14.96	14.96	14.98	14.97	14.98	14.97	52.96	1859.00	29.33	40.00	73.32	73.53
2	PATRON (0%)	04/05/20	11/05/20	7	14.98	14.96	14.99	14.97	14.98	14.99	14.98	14.98	56.98	1724.00	29.23	40.00	73.07	
3	PATRON (0%)	04/05/20	11/05/20	7	14.99	14.99	14.98	14.99	14.98	14.96	14.99	14.98	52.96	1884.00	29.68	40.00	74.21	
4	ADICION 3% DE FPP	04/05/20	11/05/20	7	14.96	14.96	14.98	14.99	14.96	14.99	14.97	14.98	52.98	1968.00	31.04	40.00	77.61	76.36
5	ADICION 3% DE FPP	04/05/20	11/05/20	7	14.98	14.97	14.96	14.99	14.96	14.98	14.97	14.98	52.97	1936.00	30.54	40.00	76.35	
6	ADICION 3% DE FPP	04/05/20	11/05/20	7	14.98	14.96	14.97	14.96	14.99	14.98	14.97	14.98	52.96	1905.00	30.05	40.00	75.12	
7	ADICION 5% DE FPP	05/05/20	12/05/20	7	14.99	14.99	14.96	14.99	14.99	14.96	14.98	14.98	52.98	2012.00	31.71	40.00	79.28	80.33
8	ADICION 5% DE FPP	05/05/20	12/05/20	7	14.96	14.96	14.99	14.99	14.98	14.96	14.97	14.98	52.96	2059.00	32.48	40.00	81.19	
9	ADICION 5% DE FPP	05/05/20	12/05/20	7	14.97	14.99	14.96	14.96	14.99	14.98	14.97	14.98	52.97	2042.00	32.21	40.00	80.52	
10	ADICION 7% DE FPP	05/05/20	12/05/20	7	14.98	14.96	14.99	14.98	14.96	14.99	14.98	14.98	52.96	2113.00	33.31	40.00	83.28	83.69
11	ADICION 7% DE FPP	05/05/20	12/05/20	7	14.99	14.99	14.96	14.97	14.98	14.96	14.98	14.97	52.98	2135.00	33.69	40.00	84.24	
12	ADICION 7% DE FPP	05/05/20	12/05/20	7	14.98	14.97	14.99	14.96	14.98	14.99	14.98	14.98	52.97	2120.00	33.42	40.00	83.55	



PROYECTO Tesis: "Influencia de la adición de FPP sobre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto MR=40kg/cm², Moyobamba 2020"
UBICACIÓN Dep.: SAN MARTÍN **Prov.: MOYOBAMBA** **Dist.: MOYOBAMBA**
SOLICITANTE Malú Arletti Novoa Rafael
CANTERA Naranjillo

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN

TESTIGO		FECHA		EDAD DÍAS	BASE (cm)			PERALTE (cm)			PROMEDIO		LONG.	P (Carga máx.)	Mr	Mr Diseño	%	% PROM
N°	ELEMENTO	MOLDEO	ROTURA		b1	b2	b3	h1	h2	h3	b	h	l	kg	kg/cm ²	kg/cm ²		
1	PATRON (0%)	04/05/20	28/05/20	14	14.96	14.96	14.97	14.99	14.98	14.96	14.96	14.98	52.98	2197.00	34.68	40.00	86.70	87.08
2	PATRON (0%)	04/05/20	28/05/20	14	14.96	14.96	14.95	14.96	14.96	14.97	15.24	15.24	52.96	2327.00	34.81	40.00	87.01	
3	PATRON (0%)	04/05/20	28/05/20	14	14.99	14.98	14.96	14.99	14.98	14.96	15.25	15.24	52.97	2340.00	35.00	40.00	87.53	
4	ADICION 3% DE FPP	04/05/20	28/05/20	14	14.99	14.97	14.96	14.99	14.97	14.96	15.26	15.24	52.96	2432.00	36.35	40.00	90.88	90.52
5	ADICION 3% DE FPP	04/05/20	28/05/20	14	14.99	14.96	14.97	14.99	14.96	14.97	15.25	15.25	52.98	2422.00	36.19	40.00	90.45	
6	ADICION 3% DE FPP	04/05/20	28/05/20	14	14.97	14.96	14.96	14.97	14.96	14.96	15.25	15.24	52.97	2410.00	36.07	40.00	90.23	
7	ADICION 5% DE FPP	05/05/20	29/05/20	14	14.99	14.96	14.97	14.99	14.97	14.96	15.24	15.24	52.96	2503.00	37.47	40.00	93.68	94.02
8	ADICION 5% DE FPP	05/05/20	29/05/20	14	14.97	14.96	14.96	14.99	14.96	14.97	15.24	15.25	56.98	2500.00	40.18	40.00	94.23	
9	ADICION 5% DE FPP	05/05/20	29/05/20	14	14.94	14.97	14.96	14.97	14.96	14.96	15.24	15.24	52.96	2518.00	37.67	40.00	94.16	
10	ADICION 7% DE FPP	05/05/20	29/05/20	14	14.99	14.98	14.96	14.99	14.97	14.96	14.98	14.97	52.98	2450.00	38.66	40.00	96.64	97.06
11	ADICION 7% DE FPP	05/05/20	29/05/20	14	14.96	14.96	14.97	14.99	14.96	14.97	14.96	14.97	52.97	2458.00	38.81	40.00	97.03	
12	ADICION 7% DE FPP	05/05/20	29/05/20	14	14.99	14.98	14.96	14.97	14.96	14.96	14.98	14.96	52.96	2470.00	39.01	40.00	97.52	



PROYECTO	Tesis: "Influencia de la adición de FPP sobre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto MR=40kg/cm ² , Moyobamba 2020"		
UBICACIÓN	Dep.: SAN MARTÍN	Prov.: MOYOBAMBA	Dist.: MOYOBAMBA
SOLICITANTE	Malú Arletti Novoa Rafael		
CANTERA	Naranjillo		

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN

TESTIGO		FECHA		EDAD DÍAS	BASE (cm)			PERALTE (cm)			PROMEDIO		LONG.	P (Carga máx.)	Mr	Mr Diseño	%	% PROM
N°	ELEMENTO	MOLDEO	ROTURA		b1	b2	b3	h1	h2	h3	b	h	l	kg	kg/cm ²	kg/cm ²		
1	PATRON (0%)	04/05/20	01/06/20	28	14.96	14.96	14.97	14.99	14.98	14.96	14.96	14.98	52.98	2545.00	40.17	40.00	100.43	102.98
2	PATRON (0%)	04/05/20	01/06/20	28	14.96	14.96	14.95	14.96	14.96	14.97	14.96	14.96	52.96	2689.00	42.53	40.00	106.31	
3	PATRON (0%)	04/05/20	01/06/20	28	14.99	14.98	14.96	14.99	14.98	14.96	14.98	14.98	52.97	2592.00	40.87	40.00	102.18	
4	ADICION 3% FPP	04/05/20	01/06/20	28	14.99	14.97	14.96	14.99	14.97	14.96	15.25	15.24	52.96	2790.00	41.72	40.00	104.29	104.01
5	ADICION 3% DE FPP	04/05/20	01/06/20	28	14.99	14.96	14.97	14.99	14.96	14.97	15.24	15.26	52.98	2784.00	41.59	40.00	103.96	
6	ADICION 3% DE FPP	04/05/20	01/06/20	28	14.97	14.96	14.96	14.97	14.96	14.96	15.25	15.25	52.97	2780.00	41.52	40.00	103.77	
7	ADICION 5% DE FPP	05/05/20	02/06/20	28	14.99	14.96	14.97	14.99	14.97	14.96	14.97	14.97	52.96	2736.00	43.16	40.00	107.91	108.08
8	ADICION 5% DE FPP	05/05/20	02/06/20	28	14.97	14.96	14.96	14.99	14.96	14.97	14.96	14.97	56.98	2550.00	43.31	40.00	108.28	
9	ADICION 5% DE FPP	05/05/20	02/06/20	28	14.94	14.97	14.96	14.97	14.96	14.96	14.96	14.96	52.96	2733.00	43.22	40.00	108.05	
10	ADICION 7% DE FPP	05/05/20	02/06/20	28	14.99	14.98	14.96	14.99	14.97	14.96	14.98	14.97	52.98	2775.00	43.78	40.00	109.46	109.86
11	ADICION 7% DE FPP	05/05/20	02/06/20	28	14.96	14.96	14.97	14.99	14.96	14.97	14.96	14.97	52.97	2790.00	44.05	40.00	110.13	
12	ADICION 7% DE FPP	05/05/20	02/06/20	28	14.99	14.98	14.96	14.97	14.96	14.96	14.98	14.96	52.96	2786.00	44.00	40.00	110.00	